



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MINERAIS PARA GANHO EM PESO DE**  
**OVINOS SANTA INÊS E MORADA NOVA**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**

**AREIA – PB**  
**JUNHO - 2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MINERAIS PARA GANHO EM PESO**  
**DE OVINOS SANTA INÊS E MORADA NOVA**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**  
**Zootecnista**

**AREIA – PB**  
**JUNHO - 2013**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**

**EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MINERAIS PARA GANHO EM PESO  
DE OVINOS SANTA INÊS E MORADA NOVA**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, do Centro de Ciências  
Agrárias, da Universidade Federal  
da Paraíba, como parte das  
exigências para obtenção do título  
de Mestre em Zootecnia.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Roberto Germano Costa - Orientador Principal

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

**AREIA-PB**

**JUNHO - 2013**

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**JUSCELINO KUBITSCHEK BEVENUTO DA SILVA**– Filho de Gilberto Bevenuto da Silva e Josélia Cirino da Silva, nascido em 19 de Setembro de 1985, na cidade de Campina Grande, Paraíba, onde concluiu o ensino médio em 2003. Em 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. Quando acadêmico desenvolveu, seu trabalho de conclusão com o título “Valor nutricional dos subprodutos da indústria sucroalcooleira e engenhos”. Em 22 de Dezembro de 2010 formou-se em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba. Em Março de 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

**A DEUS,**

Pela grandiosidade da vida, por mais essa conquista, mostrando-me sempre que seria possível seguir em frente e conseguir.

**À Minha Família,**

Aos meus pais, Gilberto Bevenuto da Silva e Josélia Cirino da Silva, por tudo que fizeram e fazem por mim, pelo incentivo, compreensão, carinho e amor incondicional.

Às minhas irmãs, Cássia e Cíntia, pelo apoio e amizade.

A meu grande amigo Vitor Jerônimo, que Deus o abençoe, aonde quer que esteja.

**Dedico e ofereço...**

“Sabemos muito pouco do que somos e menos ainda do que podemos ser”.

***Lord Byron***

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Programa de Pós- graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso e aprimoramento profissional;

A CAPES, pela concessão da bolsa;

À EMEPA-PB, por disponibilizar a base física da Estação Experimental Pendência;

Ao chefe da Estação Experimental Pendência e a todos os seus funcionários e técnicos;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela atenção e colaboração nas análises;

A Universidade Federal de Pernambuco, mas precisamente, ao Centro de Apoio à Pesquisa, pela contribuição nas análises realizadas;

Aos meus professores do Curso de Mestrado, pelos conhecimentos passados e dedicação na sua tarefa de formar mestres;

Ao professor Roberto Germano, pela orientação no decorrer do curso;

Ao professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros, pela valiosa contribuição no enriquecimento deste trabalho;

Ao professor Francisco Fernando Carvalho, por toda ajuda, atenção, paciência e colaboração neste estudo;

A Geovergue, pela ajuda, e por sempre estar disponível para auxiliar em decisões importantes referentes ao meu trabalho;

A professora Silvanda, professor Paulo Sérgio e Juliana do Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal;

Aos meus amigos Diego, Danilo e Niraldo;

À Luana, Hugo e Anaiane, por toda colaboração neste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, pela oportunidade de tê-los conhecido e convivido em momentos tão diversos;

A uma pessoa especial (Cris), pela paciência e carinho;

E, finalmente, a todos que direta ou indiretamente me ajudaram na execução desse trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
<i>Lista de Tabelas.....</i>	<i>vii</i>
<i>Lista de Figuras.....</i>	<i>viii</i>
<i>Lista de Abreviaturas.....</i>	<i>ix</i>
Resumo.....	x
Abstract.....	xi
1. Introdução.....	1
2. Referencial Teórico.....	4
2.1. A ovinocultura no Nordeste Brasileiro.....	4
2.2. Aspectos metodológicos das exigências de minerais para ovinos em crescimento.....	6
2.3. Composição corporal de ovinos deslanados.....	8
2.4. Efeito do genótipo nas exigências de minerais para pequenos ruminantes.....	11
2.5. Exigências nutricionais de macro e microminerais.....	12
3. Material e Métodos.....	15
4. Resultados e Discussão.....	20
5. Conclusão.....	39
6. Referências Bibliográficas.....	40

## Lista de Tabelas

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1.</b> Proporção dos ingredientes e composição química da ração.....	16
<b>Tabela 2.</b> Desempenho e composição corporal final de ovinos Santa Inês e Morada Nova não castrados, em função do peso ao abate.....	20
<b>Tabela 3.</b> Equações de regressão do peso de corpo vazio (PCV), em função do peso vivo (PV), e conteúdo corporal de cálcio, fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, cobre e zinco em função do peso de corpo vazio (PCV).....	24
<b>Tabela 4.</b> Teste de comparação entre interceptos, coeficientes de regressão e igualdade entre as equações de predição do PCV, macro e microminerais entre as raças Santa Inês e Morada Nova.....	25
<b>Tabela 5.</b> Equações para predição das exigências líquidas de ganho para cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, ferro, zinco e cobre em função do peso de corpo vazio (PCV) de ovinos Santa Inês e Morada Nova.....	26
<b>Tabela 6.</b> Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para cordeiros Santa Inês e Morada Nova dos 22 aos 31 kg de peso vivo (g/dia).....	30
<b>Tabela 7.</b> Exigências líquidas de ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), para cordeiros Santa Inês e Morada Nova dos 22 aos 31 kg de peso vivo (mg/dia).....	35



## Lista de Figuras

	Páginas
<b>Figura 1.</b> Teste de Paralelismo para equações de regressão para predição do peso de corpo vazio (PCV) e conteúdo corporal de Ca, P, Mg, K e Na para animais da raça Santa Inês e Morada Nova.....	28
<b>Figura 2.</b> Teste de Paralelismo para equações de regressão para conteúdo corporal Cu, Zn e Fe para animais da raça Santa Inês e Morada Nova.....	29

## Lista de Abreviaturas

AFRC - Agricultural and Food Research Council

ARC - Agricultural Research Council

C - Concentrado

Ca - Cálcio

CCA - Centro de Ciências Agrárias

Cu - Cobre

EM - Energia metabolizável

Fe - Ferro

GMPD - Ganho médio de peso diário

IMS - Ingestão de matéria seca

K - Potássio

Mg - Magnésio

MS - Matéria seca

MM - Matéria Mineral

Na - Sódio

NRC - National Research Council

P - Fósforo

PB - Proteína bruta

PCV - Peso de corpo vazio

PV - Peso vivo

PA - Peso ao abate

SPRD - Sem Padrão Racial Definido

$R^2$  - Coeficiente de determinação

TGI - Trato gastrointestinal

Zn - Zinco

## **Exigências líquidas de minerais para ganho em peso de ovinos Santa Inês e Morada Nova**

**RESUMO:** Objetivou-se com este estudo, estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), ferro (Fe), cobre (Cu) e Zinco (Zn), de ovinos Santa Inês e Morada Nova. Foram utilizados 48 borregos não castrados, 24 da raça Santa Inês e 24 da raça Morada Nova, com peso vivo inicial de  $21,7 \pm 1,2$  kg e  $20,8 \pm 0,8$  kg, com 170 e 190 dias de idade, respectivamente, dos quais, 12 foram abatidos no início do experimento para determinação da composição corporal inicial. Os 36 animais restantes foram distribuídos em seis grupos de seis animais, separados por pesos ao abate (25, 28 e 31 kg) e genótipos (Santa Inês e Morada Nova). Para a determinação das exigências, foi utilizado o método do abate comparativo. A composição corporal em minerais de ovinos Santa Inês variou de 14,88 a 6,48 g de Ca, 7,74 a 6,68 g de P, 1,92 a 1,77 g de K, 1,74 a 1,61 g de Na, 0,82 a 0,59 g de Mg, 59,48 a 54,48 mg de Fe, 36,10 a 18,84 mg de Zn e 10,60 a 4,07 mg de Cu por kg de corpo vazio (PCV), sendo estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) a outra raça. Em relação aos ovinos Morada Nova a composição em minerais variou de 12,76 a 9,21 g de Ca, 8,14 a 6,0 g de P, 1,78 a 1,68 g de K, 1,47 a 1,32 g de Na, 0,66 a 0,52 g de Mg, 73,41 a 42,38 mg de Fe, 31,41 a 21,45 mg de Zn e 9,80 a 4,20 mg de Cu por kg de corpo vazio (PCV). Para comparar as equações de regressão do PCV, macro e microminerais entre os dois genótipos, foi utilizado o teste de paralelismo a 5% de probabilidade, sendo significativo para as equações de predição do PCV, bem como, de todos os minerais. Para os ovinos Santa Inês, as exigências líquidas de ganho variaram de 1,75 a 1,03 g de Ca; 1,01 a 0,61 g de P; 0,38 a 0,21 g de K; 0,38 a 0,16 de Na; 0,10 a 0,06 de Mg; 28,50 a 16,00 mg de Fe; 6,14 a 3,22 mg de Cu e Zn 22,99 a 14,00 mg/kg de ganho de PCV. Em relação à raça Morada Nova as exigências variaram de 1,96 a 0,84 g de Ca, 1,15 a 0,46 de P, 0,39 a 0,19 de K, 0,28 a 0,13 de Na, 0,10 a 0,05 de Mg, 26,21 a 12,87 mg de Fe, 5,59 a 2,46 de Cu e de Zn 23,59 a 10,32 mg/kg de ganho de PCV.

**Palavras-chaves:** macrominerais, microminerais, nutrição, metabolismo, ganho de peso.

## Net requirements of minerals for weight gain of Santa Inês sheep and Morada Nova

**ABSTRACT:** The objective of this study was to estimate body composition and nutritional requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), iron (Fe), copper (Cu) and Zinc (Zn), of Santa Inês sheep and Morada Nova. A total of 48 lambs uncastrated, 24 Santa Inês 24 of Morada Nova, with initial body weight of  $21.7 \pm 1,2$  kg e  $20,8 \pm 0,8$  kg, with 170 and 190 days, respectively, of which 12 were slaughtered at the beginning of the experiment to determine initial body composition. The 36 animals were divided into six groups of six animals, separated by slaughter weights (25, 28 and 31 kg) and genotypes (Santa Inês and Morada Nova). To determine the requirements, we used the comparative slaughter method. The body composition in minerals Santa Inês sheep ranged from 14.88 to 6.48 g of Ca, from 7.74 to 6.68 g of P, 1.92 to 1.77 g K, 1.74 to 1, 61 g of Na 0.82 to 0.59 g Mg 59.48 to 54.48 mg Fe, 36.10 to 18.84 mg of Zn and from 10.60 to 4.07 mg Cu per kg empty body (EBW) and was statistically different ( $p < 0.05$ ) the other race. Regarding the Morada Nova sheep mineral composition ranged from 12.76 to 9.21 g of Ca, 8.14 to 6.0 g of P, 1.78 to 1.68 g K, 1.47 to 1, 32 g of In, 0.66 to 0.52 g Mg 73.41 to 42.38 mg Fe, 31.41 to 21.45 mg of Zn and 9.80 to 4.20 mg Cu per kg empty body (EBW). To compare the regression equations of the PCV, macro and micro minerals between the two genotypes, we used the test of parallelism to 5% probability, being significant for the prediction equations of the PCV, as well as, of all minerals. For Santa Inês sheep, the net requirements of gain ranged from 1.75 to 1.03 g Ca, 1.01 to 0.61 g of P, 0.38 to 0.21 g K, 0.38 to Na 0.16; 0.10 to 0.06 Mg 28.50 to 16.00 mg Fe, 6.14 to 3.22 mg Cu and Zn 22.99 to 14.00 mg / kg PCV gain. Regarding Morada Nova requirements ranged from 1.96 to 0.84 g Ca, 1.15 to 0.46 P, 0.39 to 0.19 K, 0.28 to 0.13 Na, 0.10 to 0.05 Mg 26.21 to 12.87 mg of Fe, 5.59 to 2.46 Cu and Zn 23.59 to 10.32 mg / kg gain PCV.

**Key Words:** macrominerals, microminerals, nutrition, metabolism, weight gain.

## 1. Introdução

A ovinocultura tem desempenhado importante papel econômico no Brasil. O Nordeste brasileiro detém cerca de 57% do efetivo ovino nacional que é de aproximadamente 17,6 milhões de cabeças (IBGE, 2011). Tradicionalmente os ovinos são explorados no Nordeste brasileiro para a produção de carne e pele.

A produção de pequenos ruminantes na região semiárida do Brasil é caracterizada, principalmente, por animais nativos criados em regime extensivo na caatinga. Esta, com aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup>, cerca de 70% da região Nordeste e 11% do território nacional (DRUMOND *et al.*, 2000), constitui-se na mais importante fonte de alimentação para os rebanhos, participando em até 90% da dieta, representando, portanto, a principal e mais econômica fonte de nutrientes para os animais desta região. Ainda que apresente baixa capacidade de suporte, o desafio da exploração neste ambiente é a adoção de sistemas de produção que sejam sustentáveis no tempo, e que apresentem também competitividade.

A prática das atividades pecuárias desenvolvidas no país tem comprovado que a obtenção de índices produtivos satisfatórios é possível com a utilização de genótipos apropriados, quando submetidos ao manejo alimentar adequado. Os ovinos nativos possuem notável adaptabilidade às condições do semiárido, predominantes no Nordeste brasileiro. Entre eles, podem ser citadas as raças Santa Inês e Morada Nova (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2010).

A raça Morada Nova, naturalizada brasileira e com origem no Nordeste do Brasil, é uma das principais raças nativas de ovinos deslanados (CUNHA *et al.*, 2008), sendo explorada para produção de carne e pele de excelente qualidade e muito apreciada no mercado internacional, possuindo uma menor exigência nutricional quando comparadas a outras raças, adequando-se muito bem aos sistemas de produção extensiva, tornando-se um componente produtivo nas pequenas propriedades (FERNANDES *et al.*, 2001). Esta raça apresenta elevada prolificidade, aliada ao menor intervalo entre partos e elevada habilidade materna (SOUZA *et al.*, 2003).

Dentre as raças ovinas criadas no Nordeste, a Santa Inês é uma das raças que apresentam maior expressão, devido à capacidade de adaptação à região, porte e

potencial produtivo e tem sido utilizada como raça pura ou em cruzamentos industriais (SOUZA *et al.*, 2000).

Os componentes químicos (água, proteína, gordura e minerais) do corpo variam, durante o crescimento. Fatores como idade, peso, espécie, raça, sexo e nível de ingestão de energia influenciam estas variações e conduzem a diferenças nos requisitos nutricionais dos animais (GARRET, 1980). A avaliação desta composição corporal é necessária para determinação dos requerimentos nutricionais dos animais.

À medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção de gordura e concomitante decréscimo nas concentrações de água, proteína e minerais no corpo animal (AFRC, 1993).

Os elementos minerais constituem cerca de 5% do peso vivo do animal e dieteticamente são essenciais para os ruminantes e para os microorganismos presentes no rúmen e no intestino, exercendo influência direta e indireta sobre o crescimento, produção de leite, reprodução, produção de lã em ovinos e manutenção dos processos vitais.

Nas regiões semiáridas, as exigências em elementos minerais para ovinos têm sido pouco estudadas e, portanto, o suplemento mineral das dietas é feito com base nas recomendações preconizadas nos boletins internacionais AFRC, ARC, INRA e NRC, entre outros, potencialmente desenvolvidos em países de clima temperado e que, além disso, expressam as exigências de ovinos lanados, os quais apresentam exigências nutricionais diferentes das observadas em ovinos deslanados (SILVA *et al.*, 2003).

No caso de ruminantes, um fornecimento adequado e em equilíbrio de minerais é importante para otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996), enfatizando a necessidade de se conhecer a composição corporal dos animais, conseqüentemente, fornecendo dados, para que se possam estimar as exigências nutricionais destes animais. Visto que, o fornecimento adequado de minerais aos animais se faz necessário para que não haja desperdícios, bem como, a excreção excedente destes elementos que podem contaminar o solo e lençóis freáticos.

Os animais de diferentes genótipos exibem diferenças nos seus requisitos devido as diferenças na sua composição corporal, estas diferenças resultam da influência de um ambiente favorável para a expressão fenotípica de um dado genótipo (WISEMAN & MAHAN, 2010). Assim, há diferenças nos requisitos nutricionais entre as raças, embora

não seja levado em consideração pelos principais sistemas de alimentação (ARC 1980; NRC 2007; CSIRO 2007).

Os requisitos nutricionais de minerais são geralmente estimados pelo método fatorial, de maneira que, a determinação das exigências líquidas para crescimento e engorda depende da deposição do mineral no corpo do animal que se verifica a diferentes idades e pesos, geralmente obtida com o abate dos animais e posterior determinação do conteúdo de minerais nos tecidos corporais (NRC, 2007).

Os macrominerais mais importantes quantitativamente são cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio e suas distribuições no corpo animal são variáveis. O cálcio, o fósforo e o magnésio estão presentes mais intensamente nos ossos, sendo que 99% do cálcio, 80% do fósforo e 70% do magnésio corporal estão presentes no esqueleto (AFRC, 1991; NRC, 1996). Já o potássio e o sódio estão presentes, principalmente, nos fluidos intra e extracelulares, respectivamente.

A soma das frações para manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, vai resultar na exigência dietética do mineral (SILVA *et al.*, 2002).

O estudo da eficiência da utilização dos nutrientes pelos ovinos deslanados criados no Brasil e, de suas exigências apresenta-se como uma necessidade, uma vez que, as tabelas internacionais, utilizam animais diferentes dos nossos e sob condições climáticas diversas. Diante do exposto, objetivou-se por meio deste estudo, determinar a composição corporal e as exigências líquidas de ganho em minerais de ovinos Santa Inês e Morada Nova em crescimento.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. A ovinocultura no Nordeste brasileiro

Os ovinos do planeta são produzidos em sua maioria em regiões tropicais e subtropicais, ocupando áreas impróprias para agricultura, regiões montanhosas e semiáridas. Fato importante, pois como os ovinos são fonte alimentar de proteína animal, permite a fixação de habitantes em meios difíceis como a África, Oriente, Nordeste do Brasil, contribuindo para o crescimento dessas regiões. Além disso, entre as espécies de ruminantes domesticados para produção de carne, os ovinos apresentam rápido ciclo produtivo de dez meses (cinco de gestação e cinco para cria e recria), o que faz da ovinocultura uma das atividades pecuárias com retorno econômico garantido (SANTELLO *et al.*, 2006).

O rebanho mundial de ovinos gira em torno de um bilhão de cabeças (FAO, 2012), dos quais os maiores produtores são Austrália, China, Índia e a Nova Zelândia. Segundo dados do IBGE (2011) o Brasil apresenta uma população de 17,6 milhões de ovinos, onde 57% do rebanho nacional estão distribuídos na Região Nordeste. A criação ovina está destinada tanto à exploração econômica como de subsistência das famílias de zonas rurais, onde a produção de carne ovina foi estimada em 78.000 toneladas pela FAO (2011), a qual destaca um crescimento nas últimas décadas de 67,8%.

Uma característica marcante do rebanho nordestino é sua formação. Constituído em sua maioria por animais Sem Padrão Racial Definido (SPRD), deslanados ou com resquícios de lã, e pelas raças Somalis Brasileira, Santa Inês, Morada Nova, Rabo Largo e Bergamácia (FACÓ *et al.*, 2008).

Uma das principais representantes do rebanho ovino nordestino é a raça Santa Inês. Originária do Nordeste do Brasil é proveniente do cruzamento de carneiros da raça Bergamácia sobre ovelhas Crioula e Morada Nova (SILVA SOBRINHO, 1996). Trata-se de uma raça rústica com grande potencial para produção de carne de cordeiros, além disso, apresenta boa prolificidade e excepcional capacidade adaptativa a qualquer ambiente tropical, boa habilidade materna, não apresenta estacionalidade reprodutiva, apresentandoaios durante todo ano, com boa eficiência reprodutiva e baixa susceptibilidade a endo e a ectoparasitoses (SILVA *et al.*, 2007). Estudos têm comprovado que ovinos Santa Inês são animais que apresentam maiores velocidades de



crescimento em relação a outros ovinos deslanados (SIQUEIRA *et al.*, 2001b).

Os atributos dos ovinos da raça Santa Inês o apontam como uma alternativa promissora para a produção de cordeiros para abate, apresentando alto rendimento de carcaça (FURUSHO GARCIA *et al.*, 2003). É uma raça que se adapta bem aos sistemas de terminação a pasto ou em confinamento, indicando o seu potencial para contribuir no atendimento da demanda por carne de cordeiro. Neste cenário de produção otimizada de carne ovina, destacam-se os cordeiros da raça Santa Inês, que apresentam boas taxas de crescimento e podem atingir precocemente o peso de abate, com um manejo nutricional adequado (FURUSHO-GARCIA *et al.*, 2004a).

De acordo com Santos *et al.* (2001a) o crescimento do cordeiro desde o nascimento, em condições ambientais adequadas, é descrito por uma curva sigmóide, havendo aceleração da sua velocidade até que a puberdade seja atingida (5 a 6 meses), diminuindo gradativamente, então, até a maturidade (BOGGS *et al.*, 1998).

Já a raça Morada Nova é uma das principais raças de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, considerada a única raça de ovinos brasileira, explorada geralmente em sistemas extensivos para produção de carne e pele, sendo esta, muito apreciada no mercado internacional. Esses animais foram primeiramente descritos pelo Prof. Otávio Domingues, durante viagem pelo então Departamento Nacional de Produção Animal, em 1937, ao município de Morada Nova – CE, o qual acreditava que a raça se originou a partir de animais trazidos pelos colonizadores portugueses, sobretudo os ovinos Bordaleiros de Portugal, que apresenta a possibilidade de gerar ovinos cujas progênies teriam perdido a lã quando foram submetidos a uma seleção natural num ambiente impróprio para o desenvolvimento da lã, como é o caso do Nordeste brasileiro (FACÓ *et al.*, 2008).

O nome oficial da raça Morada Nova foi homologado em outubro de 1977, durante um encontro promovido pelo Ministério da Agricultura em Fortaleza, Ceará (FIGUEIREDO, 1980). Hoje, a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos reconhece duas variedades de ovinos da raça Morada Nova: a vermelha, variando de intensidade vermelha escura a clara, e a branca. A variedade vermelha corresponde à maioria dos rebanhos (ARCO, 2011).

O atual padrão racial do Morada Nova é definido pela ARCO (2011), como: “Animais deslanados, mochos, de pelagem vermelha ou branca; machos com 40-60 Kg;

fêmeas adultas com 30-50 Kg. Cabeça larga, alongada, perfil sub-convexo, focinho curto bem proporcionado, orelhas bem inseridas na base do crânio e terminando em ponta; olhos amendoados. Pescoço bem inserido no tronco, com ou sem brincos. Linha dorso-lombar reta, admitindo-se ligeira proeminência de cernelha nas fêmeas; garupa curta com ligeira inclinação; cauda fina e média, não passando dos jarretes. Membros finos, bem apumados, cascos pequenos e escuros.

## *2.2. Aspectos metodológicos das exigências de minerais para ovinos em crescimento*

Na determinação das exigências nutricionais pelo método fatorial, o primeiro passo consiste em mensurar a composição corporal dos animais. Pela composição corporal é possível identificar alterações na composição do crescimento, em função de diversos fatores como raça, peso, sexo, composição da dieta, e, ainda, determinar a eficiência e as exigências nutricionais de diferentes categorias de animais (GREENHALGH, 1986).

Vários métodos têm sido propostos para determinar a composição corporal dos animais, no entanto, o método direto é considerado a forma mais precisa. Esta é realizada a partir da análise química de todos os constituintes do corpo. Embora, a moagem de todo animal é uma prática difícil como rotina experimental, pois, além de ser oneroso, permite apenas uma avaliação por animal (RESENDE, 1989; RESENDE *et al.*, 2005).

Avaliações que envolvem raças ou grupos genéticos quanto à composição corporal e às exigências nutricionais são condições essenciais para a melhoria do desempenho produtivo econômico do rebanho, e devem ser conduzidas dentro das condições do ambiente (manejo) em que os animais são explorados (Reid *et al.*, 1955).

Depois de anos de pesquisa, Lawrence e Fowler (2002) verificaram que os tecidos não crescem uniformemente e que a composição corporal varia com o peso, de modo que, o animal cresce até seu peso adulto, seguindo uma curva sigmóide para crescimento acumulativo. Então Berg & Butterfield (1976) preconizaram que, depois de vários estudos, determinou-se que o modelo que melhor descreve o crescimento pós-

natal é o modelo alométrico ( $y = aX^b$ ), já que, é possível uma descrição quantitativa da relação parte pelo/todo reduzindo a informação a um só valor.

O tecido ósseo apresenta crescimento mais precoce, tendo maior impulso de crescimento em menor idade. O muscular, intermediário em idade intermediária, sendo caracterizado até o momento antes do nascimento, pelo aumento do número de células e, após o nascimento, pelo aumento do tamanho das células. O adiposo, mais tardio, de acordo, com a maturidade fisiológica (BOGGS *et al.*, 1998).

Esses tecidos não se desenvolvem de forma isométrica, posto que cada um tem impulso de crescimento distinto em uma fase da vida do animal. Os animais nascem com uma determinada composição tecidual e durante o seu desenvolvimento, as suas proporções alteram-se continuamente (BOGGS *et al.*, 1998).

No que se refere à composição tecidual, em uma mesma espécie, cada raça apresenta um modelo de desenvolvimento ou velocidade de formação nos tecidos. Normalmente, quando comparadas às raças de maior tamanho, as de pequeno porte apresentam menores velocidades de ganho em peso, e assim, a composição corporal em músculo, osso e gordura são diferentes em razão do diferencial de desenvolvimento dos seus tecidos (MATOS *et al.*, 2006)

O ARC (1980) propôs que as equações de predição do conteúdo dos nutrientes por kg de corpo vazio fossem obtidas por meio de equações alométricas logaritmizadas da quantidade do nutriente presente no corpo vazio, em função de corpo vazio (PCV): logo  $y = a + b \log x$ , onde:  $\log y$  = logaritmo da quantidade total do nutriente no corpo (g);  $a$  = intercepto;  $b$  = coeficiente de regressão da quantidade do nutriente em função de PCV;  $\log x$  = logaritmo do peso de corpo vazio (kg). Este mesmo comitê preconiza que a derivada das equações de predição do conteúdo corporal de cada nutriente, em função do logaritmo do peso de corpo vazio, é obtida a composição corporal de ganho em peso, que constituem as exigências nutricionais líquidas para o referido ganho.

Visto isso, a determinação das exigências para ganho em peso, considera-se a variação da composição corporal, em função do aumento de peso dos animais. Para isso, é necessário, também, estimar a composição corporal inicial dos animais, para que, de posse posteriormente da composição corporal final, seja determinada a retenção dos nutrientes no corpo vazio (Lofgreen & Garret, 1968).

### 2.3. Composição corporal de ovinos deslanados

A composição corporal diz respeito à composição química de todo corpo animal, mas este termo também é utilizado com respeito à composição química de uma parte do corpo animal (por exemplo, a carcaça) ou ainda pode ser relacionado com a composição física do corpo dos animais (GREENHALGH, 1986). Assim, a importância do estudo da composição química do corpo, está no fato de o mesmo, constituir parâmetros indispensáveis nas avaliações de programas de nutrição e nas determinações das exigências nutricionais (BAIÃO *et al.*, 2003).

Existem diversas metodologias para determinação da composição corporal e em geral, elas podem ser divididas naquelas medidas no animal vivo e aquelas determinadas após o abate. As metodologias realizadas no animal vivo permitem avaliar a composição corporal várias vezes no mesmo animal, entretanto, algumas delas apresentam repetibilidade inconsistente, alto custo e são justificáveis apenas sob certas condições ambientais (STANFORD *et al.*, 1998). Dentre estas, destacam-se a ultrassonografia, a condutividade elétrica do corpo, impedância bioelétrica, as técnicas de diluição utilizando elementos traçadores, ureia, água tritiada ou óxido de deutério, entre outros (RESENDE, 1989).

Na determinação da composição corporal do animal após o abate, destaca-se o método direto, a composição da seção da 9<sup>a</sup> a 11<sup>a</sup> costelas ou ainda de outras partes do corpo do animal, gravidade específica do corpo vazio, gravidade específica da seção da costela (RESENDE, 1989).

De acordo com Resende *et al.* (2005), o método direto ainda tem sido apontado como a forma mais precisa e confiável de avaliar a composição corporal, pois consiste na determinação da concentração de nutrientes no corpo do animal, por meio de análise química de amostra representativa de todos os tecidos do animal.

Os ovinos apresentam um maior percentual de tecidos moles (80,57 %) seguidos pelos caprinos (79,12 %), enquanto que os bovinos apresentam a menor percentagem deste tecido (77,77 %), este que apresenta quantidades significativas de Ca, K e Na. O teor de água evidencia-se maior em bovinos (74,78 %) do que em ovinos (64,88 %) e caprinos (69,76 %). Já a gordura tem comportamento completamente inverso à água, os

ovinos apresentam valores mais elevados (15,39 %) e os bovinos os menores valores (9,02 %) (Al- Saigh e Al- Jassim, 1998).

As equações do AFRC (1991) estimaram decréscimos nas concentrações de Ca e P no corpo vazio, em função do aumento do peso vivo dos animais. A possível explicação para tal fato, provavelmente, deve estar relacionada ao aumento do teor de gordura e à redução no crescimento ósseo desses animais, com a elevação do peso corporal vazio, concordando com Underwood e Suttle (1999).

Vários fatores interferem na composição corporal do animal e consequentemente na quantidade e local de deposição dos tecidos tais como genótipo, sexo, idade, alimentação e categoria (AFRC, 1993). Visto isso, vários autores apresentaram seus resultados da composição corporal de estudos com ovinos.

Um dos trabalhos realizados no Brasil para estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de ovinos, foi desenvolvido por Gonzaga Neto *et al.* (2005) utilizando cordeiros Morada Nova, com peso vivo entre 15 e 25 kg. Estes autores encontraram a seguinte composição corporal: 14,33 a 12,42 de Ca; 8,12 a 7,15 de P; 0,47 a 0,46 de Mg; 1,60 a 1,40 de Na e 2,30 a 2,23 de K por kg de PCV.

Geraseev *et al.* (2001), trabalhando com cordeiros Santa Inês, não castrados, com peso variando de 15 a 25 kg de PV, encontraram os valores de: 15,43 a 13,97 g de Ca; 8,72 a 7,52 g de P; 0,59 a 0,57 g de Mg; 2,91 a 2,77 g de K e 1,83 a 1,63 g de Na por quilo de PCV. Dando continuidade aos estudos anteriores, Baião *et al.* (2004) utilizando animais da raça Santa Inês, com peso vivo entre 15 e 45 kg de PV, obtiveram composição corporal: 14,64 a 11,63 g de Ca; 7,89 a 6,76 g de P; 0,60 a 0,51 g de Mg; 1,66 a 1,27 g de Na e 2,14 a 1,68 g de K por kg de PCV. Já Cabral *et al.* (2008), com o mesmo genótipo estudado por Baião *et al.* (2004), encontraram valores (g/kg PCV) de: 17,11 a 14,91 g de Ca, 6,08 a 5,33 g de P, 1,29 a 1,16 g de Mg, 0,87 a 0,77 g de K e 1,45 a 1,36 g de Na.

Ao estudarem a composição corporal em microminerais de ovinos Santa Inês não castrados, com faixa de peso de 20 a 30 kg de PV, Mendes *et al.* (2010), encontraram valores (mg/kg PCV) de: 16,72 a 10,78 mg/kg de Cu, 133,44 a 126,98 mg/kg de Fe e 76,37 a 60,26 mg/kg de Zn.

Estudos indicam que a maioria dos elementos traços está depositada em órgãos a exemplo do fígado, pâncreas, baço, rins e coração. O sangue também representa elevada

fonte de micromineral, a exemplo do Fe, estando cerca de 60% deste mineral na forma de hemoglobina (McDowell, 1992; Underwood & Suttle, 1999).

Além dos órgãos, os músculos, a pele, a lã e os ossos também representam depósitos de microminerais. Maiores concentrações de microminerais no corpo de ovinos foram encontradas nos ossos (40% Fe; 29% Zn; 11% Cu), nos músculos (42% Zn; 17% Cu; 15% Fe), nos órgãos, principalmente fígado (mais de 55% do Cu) e na lã (13% Zn; 16% Cu) (BELLOF *et al.*, 2007).

Em 1980, o ARC citou valores médios de composição corporal, independente do peso do animal, sendo 11,00 g de Ca; 6,00 g de P; 0,41 g de Mg; 1,80 g de K e 1,10 g de Na por kg de PCV, diferindo dos resultados encontrados nos trabalhos realizados com animais criados no Brasil. No entanto faz-se necessário conhecer as particularidades, requerimentos e metabolismo destes minerais.

O Mg está diretamente associado ao Ca e ao P, tanto na distribuição como no seu metabolismo. A quantidade que está contida no tecido esquelético, cerca de 60%, é importante para a integridade dos ossos e dentes, nos tecidos moles, é essencial para a respiração celular e atividade neuromuscular. O K é o terceiro elemento mineral abundante no corpo animal e se faz presente em uma variedade de funções fisiológicas como balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos. O Na tem a função de manter a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base e está envolvido, especificamente, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos (CONRAD *et al.* 1985).

O zinco é componente e ativador de algumas enzimas (dihidrogenases, peptilases, fosfatases, anidrase carbônica a álcool desidrogenase) envolvido no metabolismo de ácido nucléicos, síntese de proteína e metabolismo de carboidrato. O cobre está envolvido na formação de tecido ósseo e reprodução, utilização do ferro na síntese de hemoglobina; absorção de ferro do intestino delgado; mobilização do ferro dos tecidos (BOIN 1985). Este último elemento é importante para o adequado funcionamento das atividades metabólicas e fisiológicas em ovinos, devendo então estar presente em níveis adequados na dieta, tendo-se o cuidado quanto à interação com o molibdênio e enxofre (DONOGHUE E KRONFELD, 1990).

#### 2.4. Efeito do genótipo nas exigências de minerais para pequenos ruminantes

Em 1993, o AFRC reportou que vários fatores interferem na composição corporal dos animais e consequentemente na quantidade e local de deposição dos tecidos, tais como genótipo, sexo, idade, intensidade de alimentação e categoria. Visto isso, as características de carcaça, bem como, a sua composição química, é uma das variáveis mais importantes que são afetadas pelo genótipo de um cordeiro, refletindo diretamente nos requerimentos nutricionais destes animais (ABDULLAH *et al.*, 2010).

Garret (1980) reforça a ideia de que os componentes químicos (água, proteína, gordura e minerais) do corpo variam, durante o crescimento. Fatores como idade, peso, espécie, raça, sexo e nível de ingestão de energia influenciam estas variações e conduzem a diferenças nos requisitos nutricionais dos animais. No entanto, o NRC (2007) reporta que as exigências de ovinos em minerais independem do genótipo do animal. Embora o AFRC (1991) recomenda que novos estudos sobre as necessidades de nutrientes de diferentes raças devem ser realizados em diferentes ambientes por causa da influência da raça e do ambiente sobre os requisitos dos animais.

De acordo com os estudos de Teixeira *et al.* (2013), os ovinos lanados apresentam uma menor proporção de minerais em sua composição corporal quando comparados aos ovinos deslanados. Este resultado indica que os ovinos lanados tiveram menores exigências para o crescimento, já que, o tecido adiposo, tem quantidades insignificantes de minerais, além do fato de que, as maiores proporções de Ca, P, Mg e Na são encontrados nos ossos (Underwood & Suttle, 1999).

De acordo com os estudos de Gregory (1989), as raças lanadas foram inicialmente desenvolvidas em países de clima frio e diante disso, é possível que haja uma tendência ao acúmulo de reservas corporais para permitir melhor termorregulação evolutivamente ao longo dos anos, apresentando uma menor exigência de minerais devido à sua maior gordura de deposição. Esta tendência seria menos provável em ovinos Santa Inês, porque esta raça é originária do Brasil de regiões com climas quentes (CARNEIRO *et al.*, 2010). Além disso, são raças com aptidões diferentes podendo diferir na composição corporal e consequentemente em suas exigências, já que, os requerimentos são derivados da composição corporal (ABDULLAH *et al.*, 2010).

Em seus estudos, Silva *et al.* (2007) relataram que ovinos deslanados têm necessidades de proteína mais elevadas, já que, os requisitos são derivados à partir da composição corporal, indicando que cordeiros Santa Inês têm maiores proporções de músculo em seu corpo.

Em contrapartida, Bellof *et al.*, (2007), em estudos realizados com ovinos lanados em crescimento relataram que além dos órgãos, os músculos, a pele, a lã e os ossos também representam depósitos de microminerais, e estas maiores concentrações no corpo destes ovinos foram encontradas nos ossos (40% Fe; 29% Zn; 11% Cu), nos músculos (42% Zn; 17% Cu; 15% Fe), nos órgãos, principalmente fígado (mais de 55% do Cu) e na lã (13% Zn; 16% Cu), evidenciando uma maior exigência de microminerais dos ovinos lanados quando comparados aos ovinos deslanados.

Segundo Sahoo & Sore (2011), os ovinos lanados possuem uma maior exigência de proteína e minerais, visto que, além de uma maior deposição de músculos na carcaça, a lã é composta de quase inteiramente proteína com um elevado nível de cisteína e serina em comparação com outros tecidos do corpo, além de apresentar pequenas quantidades de gordura, cálcio e sódio, e quantidades significativas dos microminerais cobre e zinco.

## 2.5. Exigências nutricionais de macro e microminerais

Os minerais são exigidos para importantes funções no corpo animal (Underwood & Suttle, 1999). Muitos dos minerais são encontrados em quantidades suficientes em dietas tipicamente consumidas por pequenos ruminantes, já que, outros elementos são frequentemente deficientes nas dietas consumidas e, quando possível, devem ser suplementados para otimizar o desempenho e a saúde dos animais. A toxicidade é um problema potencial com alguns minerais e, dessa forma, identificar as exigências em minerais, bem como, o nível máximo de tolerância faz-se necessário (NRC, 2007).

De acordo com Gonzaga Neto *et al.* (2005), no Brasil, as exigências nutricionais de ovinos têm sido motivo de poucos estudos, sendo o balanceamento das dietas feito com base nas recomendações preconizadas pelos boletins internacionais AFRC, ARC, INRA e NRC, entre outros, desenvolvidos em países de clima temperado e que expressam as exigências de ovinos lanados. Segundo Geraseev *et al.* (2001), a



composição corporal e as exigências líquidas de macrominerais em tabelas internacionais, desenvolvidas com raças e em condições climáticas diferentes da nossa região, não reflete a real composição corporal dos cordeiros criados na região sudeste do Brasil.

Para obter as exigências nutricionais de uma categoria animal, Silva Sobrinho *et al.* (1996) escolheram o método fatorial e o dividiu em duas etapas: na primeira, a exigência líquida de determinado mineral é obtida a partir dos cálculos de acúmulo, excreção e das perdas endógenas do referido elemento; na segunda, a exigência dietética é obtida dividindo-se a exigência líquida pela disponibilidade do elemento nas diversas fontes alimentares, encontradas a partir de ensaios de metabolismo.

A quantidade de macrominerais envolvidos na manutenção dos tecidos em relação ao constante desgaste decorrente dos processos vitais é chamada de exigência de manutenção e o excedente de minerais que contribuem para a formação da estrutura corporal é chamado de exigência de crescimento em minerais (MORRIS, 1980).

Em 1991, o AFRC preconizou que a ingestão de alimento está apresentada como um importante fator a ser considerado nas exigências de minerais, recomendando então, equações que levem em consideração além do PV, à ingestão de matéria seca (MS). Com isso preconiza para animais lanados com 20 kg de peso vivo, exigências diárias de manutenção de 0,7 g de Ca e 0,5 g de P. Para exigência de ganho, o AFRC (1991) e ARC (1980), recomendam teores de 1,7 g/dia de Ca e 1,3 g/ dia de P e 1,5 g/ dia de Ca e 0,7 g/ dia de P, para cada 100g de ganho de PV, respectivamente.

Para os minerais Na, Mg e K, o ARC (1980) preconiza valores de 0,12; 0,13 e 0,2 g/dia, respectivamente para animais lanados com ganho de 100 g/dia de 20 kg de PV. Em contrapartida, em estudos realizados no Brasil por Baião *et al.* (2003), estes, encontraram exigências líquidas de ganho de 0,40 a 0,35 g de Mg, 1,37 a 1,07 g de K e 1,03 a 0,78 g de Na por kg de peso vivo para ovinos Santa Inês de 15 a 45 kg de PV.

Em 1998, o AFRC reportou a exigência de Fe para ovinos (30 a 40 mg Fe/kg MS) para ovinos em crescimento. Já o NRC (2007) adotou o valor de 55 mg de Fe/kg PV ganho. Em contrapartida, Mendes *et al.* (2010), trabalhando com ovinos Santa Inês com pesos entre 20 e 30 kg para ganhos de 100 a 300 g/dia encontraram valores para exigências líquidas de 8,46 a 26,66 mg/kg PV.

Em relação ao cobre, o ARC (1980) estimou a exigência de Cu de 1 a 8,6 mg/kg MS da dieta, dependendo do estágio fisiológico dos ovinos. A recomendação para ovinos em crescimento feita pelo NRC (2007), foi estimada por um equação (Cu, mg/dia=  $0,004 \cdot PV + 0,0137 \cdot \text{produção de lã, kg/ano} + 0,00106 \cdot PV \text{ ganho, g/dia}$ ) desenvolvida a partir de informações do ARC (1980) e de Grace & Clark (1991).

Em se tratando do micromineral zinco, o NRC (1985) apresenta valores que são de 20 a 30 mg de Zn/kg de alimento, com um máximo de 750 mg de Zn/kg de alimento. Mendes *et al.* (2010), ao trabalharem com ovinos Santa Inês em crescimento obtiveram exigências líquidas para ferro variando de 8,46 a 26,66 mg/kg PV.

Portanto, identificar as exigências em minerais, bem como, o nível máximo de tolerância (nível na dieta que, quando consumido por um determinado período de tempo, não prejudique o desempenho do animal) faz-se necessário (NRC, 2005).

### 3. Material e Métodos

#### *Local*

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Pendência, base física da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA, localizada no município de Soledade – PB, na mesorregião do Cariri, situada na Latitude 7° 8' 18'' S e Longitude 36° 27' 2'', W do Meridiano de Greenwich, com altitude de 534 m e temperatura média de 30 °C e umidade relativa do ar média de 70,13%.

#### *Animais e Manejo*

Foram utilizados 48 cordeiros não castrados, sendo 24 da raça Santa Inês e 24 da raça Morada Nova, com média de peso vivo inicial de  $21,7 \pm 1,2$  kg e de  $20,8 \pm 0,8$  kg com 170 e 190 dias de idade, respectivamente. Destes, 12 foram abatidos no início da fase experimental, sendo seis Santa Inês e seis Morada Nova, representando a composição corporal inicial, ou seja, animais-referência na metodologia do abate comparativo. Os animais foram distribuídos individualmente em baias, medindo  $1,0 \times 2,20$  m, providas de comedouros e bebedouros, vacinados contra clostridioses e desverminados.

Os animais foram identificados através de brincos nas orelhas, pesados no início do experimento e semanalmente, para controle do desenvolvimento corporal. O período de adaptação consistiu de 14 dias.

Os demais foram distribuídos em seis grupos, onde cada grupo era composto por seis animais da raça Santa Inês e seis animais da raça Morada Nova, até que, todos os animais do grupo atingissem o peso ao abate (25, 28 e 31 kg).

#### *Manejo Alimentar*

A ração fornecida aos animais foi composta de feno de buffel e concentrado a base de milho em grão, farelo de soja, óleo vegetal e suplemento mineral, sendo fornecida na forma de mistura completa e formulada com base no NRC (2007), para um ganho diário esperado de 250 g. O arraçoamento dos animais foi realizado à vontade, duas vezes ao dia, às 8h e às 16h. A relação volumoso:concentrado foi de 30:70. A água foi fornecida à vontade em bebedouros individuais.

Foram realizadas análises laboratoriais para a determinação da composição química da dieta experimental, conforme apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Proporção dos ingredientes e composição química da ração

Ingredientes	(g/kg) na MS
Feno de Buffel	300,0
Milho	430,5
Farelo de soja	220,0
<sup>1</sup> Suplemento mineral	15,0
Óleo de soja	30,0
Composição química (g/kg de MS)	
Matéria seca	880,1
Matéria mineral	65,0
Proteína bruta	153,0
Extrato etéreo	55,0
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	309,0
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	208,0
Carboidratos não fibrosos	418,0
Energia metabolizável (Mcal/kg na MS)	2,69
Cálcio (g/kg MS)	8,76
Fósforo (g/kg MS)	5,31
Magnésio (g/kg MS)	3,21
Sódio (g/kg MS)	3,03
Potássio (g/kg MS)	0,32
Ferro (mg/kg MS)	170,36
Zinco (mg/kg MS)	111,26
Cobre (mg/kg MS)	3,89

<sup>1</sup>Suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo(P) em Ácido Cítrico a 2% (min.).

<sup>2</sup>Isenta de cinzas e proteína

O controle de peso dos animais foi realizado semanalmente antes do arraçãoamento matinal, durante todo o período experimental utilizando-se balança digital, que compreendeu um período médio de 38 dias de confinamento para os animais Santa Inês, e 39 dias para os animais Morada Nova.

### *Procedimento para abate e amostragem*

Antes do abate, os cordeiros foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e após este período foram pesados para determinar o peso ao abate (PA). Eles foram insensibilizados com pistola pneumática antes de serem abatidos através de seção das jugulares e carótidas com o sangue sendo coletado e pesado.

O trato gastrointestinal (TGI) foi removido e pesado antes e após a retirada de seu conteúdo. Este peso foi utilizado para determinar o peso do corpo vazio (PCV), o qual foi encontrado subtraindo do peso vivo ao abate, o peso do conteúdo do TGI, bexiga e vesícula biliar.

Para determinar os nutrientes retidos no corpo dos animais, foi utilizada a técnica do abate comparativo descrito pelo ARC (1980), que possibilitou a determinação da composição corporal, por intermédio da análise química de todos os tecidos do animal.

As carcaças dos cordeiros, após congeladas, foram cortados em serra de fita, moídas em moinho tipo Cutter de 30 HP e 1775 rpm e homogeneizadas juntamente as outras partes do corpo (TGI, pele, órgãos, cabeça e patas), momento em que foram retiradas amostras representativas de aproximadamente 800 g. Depois de moídos, todos os componentes foram novamente congelados até o momento das análises, onde foram retiradas subamostras de 100g.

### *Análises laboratoriais*

As amostras foram liofilizadas, em seguida foi feita a determinação do teor de umidade e pré-desengorduramento, trituradas em liquidificador, moídas em moinho de bola e armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, para posteriores determinações de minerais.

As análises químicas das amostras do corpo dos animais foram obtidas pela digestão nitroperclórica e de ácido nítrico (via úmida) (SILVA & QUEIROZ, 2002) no Laboratório de Nutrição Animal da UFPB (LANA), obtendo-se desta forma a solução mineral. Desse extrato, foram feitas diluições para a determinação dos diferentes minerais em estudo.

Para a determinação dos macroelementos (Ca, Mg, K, Na) e dos microelementos (Cu, Zn e Fe), foi utilizada a espectrofotometria de absorção atômica conforme

metodologia da AOAC (1990), sendo estas realizadas no CENAPESQ (Centro de Apoio a Pesquisa) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Já o fósforo foi determinado por redução do complexo fósforo-molibdato pelo método colorimétrico, sendo realizado no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal da Universidade Federal da Paraíba Campus II – Areia.

### *Composição Corporal*

As quantidades do mineral retido no corpo animal foram determinadas em função da concentração deste nutriente nas amostras analisadas. A partir destes dados foram obtidas equações de regressão para a composição corporal.

Para estimar o conteúdo dos minerais por quilo de corpo vazio, adotou-se a equação alométrica logaritimizada, preconizada pelo ARC (1980):

$\text{Log } y = a + b \log x$ , em que:

$\text{Log } y$  = logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio (g);

$a$  = intercepto;

$b$  = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do peso de corpo vazio;

$\log x$  = logaritmo do peso corpo vazio (kg).

### *Determinação das exigências*

A determinação das exigências líquidas para ganho de peso corporal vazio foi obtida derivando-se a equação de regressão de predição do conteúdo corporal do animal, em função do logaritmo do PCV, obtendo-se uma equação do tipo:

$Y' = b \cdot 10^a * x^{(b-1)}$ , em que:

$Y'$  = exigência líquida de ganho do mineral;

$a$  = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral;

$b$  = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral;

$x$  = PCV (kg).

### *Análises estatísticas*

O experimento foi montado em delineamento experimental inteiramente casualizado com duas raças, quatro pesos e seis repetições. Para composição corporal foi adotado o delineamento descrito e realizada a análise de variância da quantidade do

componente presente no corpo vazio em função do PCV, pelo procedimento PROC GLM do pacote estatístico SAS 9.3 (2011). Na análise de todos os resultados adotou-se  $\alpha = 0,05$ .

Para comparar as equações de predição entre as raças para as seguintes variáveis: PCV, macrominerais (Ca, P, K, Mg e Na) e microminerais (Fe, Cu e Zn), utilizou-se a comparação de modelos (Teste de Paralelismo) pelo PROC MIXED do SAS 9.3 (2011).

As exigências líquidas para ganho em peso foram analisadas mediante regressão pelo PROC REG do pacote estatístico SAS 9.3 (2011), adotando-se o modelo  $Y = a + bx + E$ , que mostra o comportamento da variável dependente Y em função da variável independente X, sendo E, o erro inerente ao modelo.

#### 4. Resultados e Discussão

##### *Composição Corporal*

O consumo de ração teve um acréscimo para os ovinos que foram abatidos com 31 kg, tanto para os cordeiros Santa Inês, quanto, para os cordeiros Morada Nova, que tiveram um consumo de 1006,7 e 978,08 g/dia, respectivamente. Com isso, o consumo de matéria seca, pelos ovinos Santa Inês foi maior em 2,62% ( $P<0,01$ ), proporcionando um maior ganho médio em peso diário para estes animais com um acréscimo de 10,41% ( $P<0,01$ ), devido a uma maior ingestão de nutrientes proveniente da dieta.

**Tabela 2** – Desempenho e composição corporal de ovinos Santa Inês e Morada Nova não castrados, em função do peso ao abate

Variáveis	Santa Inês				Morada Nova			
	22 kg	25 kg	28 kg	31 kg	22 kg	25 kg	28 kg	31 kg
Número de Animais	6	6	6	6	6	6	6	6
Ingestão MS (g/dia)	-	858,1	1002,5	1006,7	-	877,0	937,0	978,08
Dias do experimento	-	13	27	38	-	16	31	39
GMPD (g/dia)	-	231,23	231,91	243,13	-	197,41	195,34	239,97
PV (kg)	22,87	25,67	28,93	32,33	22,03	25,67	28,53	31,58
PA (kg)	22,17	24,30	27,93	30,93	20,77	24,60	27,43	30,20
PCV (kg)	18,32	21,08	23,69	27,22	18,55	21,41	23,68	25,82
Água (g/kg PCV)	645,76	639,57	627,16	622,58	650,21	626,25	612,73	591,57
Gordura (g/kg PCV)	153,04	160,68	178,28	186,80	166,26	198,72	215,49	235,65
Cinzas (g/kg PCV)	37,85	33,33	32,67	32,13	32,32	31,90	31,58	30,94
Ca (g/kg PCV)	14,88	13,86	12,94	11,70	12,76	11,74	10,94	9,21
P (g/kg PCV)	7,74	7,12	6,87	6,48	7,63	7,09	6,27	6,00
K (g/kg PCV)	1,92	1,87	1,82	1,77	1,78	1,74	1,70	1,68
Mg (g/kg PCV)	0,82	0,67	0,62	0,59	0,66	0,65	0,57	0,52
Na (g/kg PCV)	1,74	1,70	1,66	1,61	1,47	1,40	1,38	1,32
Cu (mg/kg PCV)	10,60	7,42	5,20	4,07	9,80	7,60	6,40	4,20
Zn (mg/kg PCV)	36,10	28,49	22,07	21,43	31,44	25,54	21,79	18,84
Fe (mg/kg PCV)	89,48	68,51	59,20	54,48	73,41	64,84	56,21	42,38

(-) Animais referência

GMPD: Ganho médio de peso diário

No que diz respeito à composição corporal, ocorreu diminuição da proporção de água com aumento da gordura no PCV para as duas raças (Tabela 2), de maneira que, os animais Morada Nova apresentaram 2,14% em média ( $P<0,01$ ) abaixo, dos teores de água encontrados nos animais Santa Inês, de acordo, com aumento do peso corporal.

À medida que a idade aumenta, há uma diminuição dos teores de água, tendência à estabilização de deposição de proteína e aumento nas proporções de gordura. Este fato



já foi relatado em outros estudos com ovinos, tal como Geraseev *et al.*, (2000), e está coerente com a curva de crescimento animal, esta, que relata, que o crescimento ósseo pós-natal é pequeno, apresentando desenvolvimento mais precoce, mantendo-se constante praticamente durante a vida toda do animal. O tecido muscular tem seu maior desenvolvimento após o nascimento, sendo mais tardio em relação aos ossos, predominando até atingir a maturidade, sendo o principal constituinte do ganho de peso. O tecido adiposo é o último a se depositar, tendo seu crescimento de maneira mais acentuada após a puberdade, quando o crescimento muscular começa a diminuir (NRC, 1985).

As concentrações de minerais em g/kg PCV para macrominerais e mg/kg PCV para microminerais, foram decrescentes, havendo uma relação linear negativa com o peso de corpo vazio, já que, a gordura age diluindo a quantidade de minerais no corpo dos animais, observando-se, uma maior deposição destes elementos, nos animais da raça Santa Inês, havendo um acréscimo em relação aos animais Morada Nova, de 14,12% para cálcio, 2,45% para fósforo, 9,86% para potássio, 19,21% para magnésio, 15,07% para sódio, 7,15% para cobre, 12,53% para zinco e 18,72% para ferro. Provavelmente, uma das explicações para tal fato seria a de que os animais da raça Santa Inês possuem um maior porte e uma ossatura mais densa, fazendo com que haja uma maior deposição de minerais nos ossos proporcionalmente, bem como uma menor deposição de gordura dos animais Santa Inês.

As equações do AFRC (1991), também estimaram decréscimos nas concentrações de Ca e P no corpo vazio, em função do aumento do peso vivo dos animais. A possível explicação para tal fato, provavelmente, deve estar relacionada ao aumento do teor de gordura e à redução no crescimento ósseo desses animais, com a elevação do peso corporal vazio, concordando com Underwood e Suttle (1999), estes relatam, que o tecido adiposo tem quantidades insignificantes de minerais e as maiores proporções de Ca, P, Mg e Na são encontradas nos ossos.

Os valores médios de 13,3 g de Ca, 7,0 g de P, 1,84 g de K, 0,67 de Mg e 1,67 g de Na por kg de PCV, verificados para cordeiros Santa Inês dos 22 aos 31 kg PV, são 17,32%, 14,04%, 2,78%, 38,71% e 34,17%, respectivamente, superiores aos valores preconizados pelo ARC (1980). Tal fato pode ser elucidado pelo fato do comitê em questão apresentar dados de ovinos lanados, estes, que por sua vez apresentam uma

maior deposição de gordura corporal para sua manutenção da temperatura corporal, visto que a gordura apresenta quantidades insignificantes e, proporcionalmente diminuem as quantidades de minerais no PCV.

O ARC (1980) considera a concentração de minerais no conteúdo corporal constante e independente do aumento de peso, recomendando o valor de 11,0 g de Ca; 6,0 g de P; 0,41 g de Mg; 1,8 g de K e 1,1 g de Na por kg de PCV. No entanto, para que as proporções de minerais no organismo possam apresentar-se constantes, seria necessário que o músculo, os ossos e a deposição de gordura aumentassem na mesma proporção (LAWRENCE & FOWLER, 2002).

Gonzaga Neto *et al.* (2005) encontraram em estudos com Morada Nova com faixa de peso de 15 a 25 kg e 70 dias, uma composição corporal que variou de 14,33 a 12,42 de Ca; 8,12 a 7,15 de P; 0,47 a 0,46 de Mg; 1,60 a 1,40 de Na e 2,30 a 2,23 de K por kg de PCV para animais de 15 aos 25 kg de PV, havendo semelhança, reforçando os resultados encontrados para os ovinos Morada Nova deste trabalho, evidenciando a influência do genótipo na composição corporal dos animais.

Os valores médios encontrados de 11,16 g de Ca, 6,87 g de P, 0,60 de Mg, 1,39 g de Na e 1,72 g de K por kg de PCV, verificados para cordeiros Morada Nova dos 22 aos 31 kg de PV, são 1,32%, 12,54%, 31,13%, 20,96% superiores, e 4,4% inferior, respectivamente, aos valores preconizados pelo ARC (1980), reforçando as diferenças encontradas na composição corporal de acordo com o efeito do genótipo e ambiental, já que, o comitê em questão apresenta valores de raças lanadas.

Os resultados encontrados por Teixeira *et al.* (2013), estes que trabalhando com ovinos da raça Santa Inês de 20 a 35 kg de peso vivo, encontraram valores médios para composição corporal de 15,38 a 12,43 g de Ca, 7,36 a 6,34 g de P, 0,47 a 0,42 de Mg, 1,64 a 1,40 de K e 1,28 a 1,09 de Na por kg de PCV, apresentando-se mais elevados, quando comparados aos valores encontrados no presente estudo, isto, provavelmente pode ser explicado pelo menor teor de gordura encontrado no PCV dos animais estudados por estes autores.

Quanto à concentração de sódio, potássio e magnésio houve diminuição nas concentrações destes minerais, como também foi observado por Baião *et al.* (2004), que trabalhando com cordeiros Santa Inês de 15 a 45 kg, observaram uma diminuição nas concentrações desses elementos, com o aumento do peso vivo, o que pode ser explicado

pelo aumento no teor de gordura corporal. Outra possível explicação seria a redução na proporção de ossos no PCV, à medida que aumentou o peso vivo dos cordeiros, pois aproximadamente 70% do Mg, 43% do Na estão presentes nos ossos, já o potássio é mais comumente encontrado nos fluidos intracelulares dos tecidos em concentrações de 100 a 160 mmol/l.

Quanto ao conteúdo de magnésio nos animais Santa Inês, observou-se uma variação de 0,82 a 0,59 g para os pesos vivos de 22 a 31 kg, respectivamente. Esses valores estão próximos dos valores estimados por Geraseev *et al.* (2001), que trabalharam com ovinos Santa Inês dos 15 aos 25 kg de PV, que apesar de apresentarem menores pesos vivo, os animais estudados por estes autores, já haviam atingido a maturidade óssea.

Em relação ao sódio e ao potássio, os resultados deste trabalho, para o genótipo Santa Inês, assemelham-se aos valores encontrados por Baião *et al.* (2004), variando de 1,29 a 0,98 g de Na e de 1,62 a 1,33 g de K. Quando comparados com os resultados encontrados por Gonzaga *et al.* (2005) para animais da raça Morada Nova não castrados com faixa de peso de 15 a 25 kg, os resultados do presente estudo para estes minerais são inferiores aos resultados encontrados por estes autores, já que, os animais em questão apresentam um menor porcentagem de gordura, elevando proporcionalmente a quantidade de minerais no PCV.

O decréscimo nas concentrações de cobre, zinco e ferro em função do PCV, também foi observado, para este último mineral por Mendes *et al.* (2010), que trabalharam com ovinos Santa Inês de 20 a 30 kg de PV, encontraram concentrações mais elevadas em relação aos dois genótipos estudados neste trabalho. A composição corporal para os microminerais cobre, ferro e zinco variaram de 10,78 a 16,72 mg de Cu, 133,44 a 126,98 mg de Fe e 60,26 a 76,37 mg de Zn por kg de PCV, para animais com pesos vivos de 20 a 30 kg, respectivamente. Estas variações podem ser oriundas do manejo nutricional dos animais, tais como, suplementação mineral e vitamínica, dieta e status mineral dos animais.

O NRC (2001) reporta que a eficiência de absorção destes minerais é reduzida, em média 1 a 5% para o cobre e 12 a 14% para o zinco e que as perdas metabólicas estão em torno de 7,1  $\mu\text{g}$  e 0,045  $\text{mg kg}^{-1}$  de PV, respectivamente, reforçando que o

manejo nutricional, bem como a mineralização e as fontes que são utilizadas para suprir as necessidades destes elementos influenciam diretamente seu metabolismo.

Evidencia-se, a necessidade de mais pesquisas com enfoque em exigências nutricionais de ovinos criados no nordeste brasileiro, já que, as exigências variam conforme a raça, sexo, idade, dentre outros fatores.

Com base nos dados da composição corporal (Tabela 2), foram determinadas as equações de regressão do conteúdo corporal em minerais para os ovinos da raça Santa Inês e Morada nova dos 22 aos 31 kg de PV, em função do seu PCV. As equações de predição destes constituintes, e a relação do peso de corpo vazio, em função do peso corporal, estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Equações de regressão do peso de corpo vazio (PCV), em função do peso vivo (PV), e conteúdo corporal de cálcio, fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, cobre e zinco em função do peso de corpo vazio (PCV)

Parâmetro	Equação	R <sup>2</sup>	P
<b>Santa Inês</b>			
PCV (kg)	PCV= -1,5959+0,8921*PV (kg)	0,98	<0.01
Ca (g/kg PCV)	Log Ca= 1,9102+0,5561*log PCV (kg)	0,89	<0.01
P (g/kg PCV)	Log P= 1,8456+0,4784*log PCV (kg)	0,98	<0.01
K (g/kg PCV)	Log K= 0,8468+0,7503*log PCV (kg)	0,92	<0.01
Mg (g/kg PCV)	Log Mg= 1,5687+0,1959*log PCV (kg)	0,92	<0.01
Na (g/kg PCV)	Log Na= 0,6634+0,7774*log PCV (kg)	0,93	<0.01
Fe (mg/kg PCV)	Log Fe= 2,7895+0,7156*log PCV (kg)	0,90	<0.01
Zn (mg/kg PCV)	Log Zn= 2,2476+0,4592*log PCV (kg)	0,96	<0.01
Cu (mg/kg PCV)	Log Cu= 1,7143+0,9273*log PCV (kg)	0,85	<0.01
<b>Morada Nova</b>			
PCV (kg)	PCV=-2,8119+0,9249*PV (kg)	0,94	<0.01
Ca (g/kg PCV)	Log Ca= 2,0584+0,4783*log PCV (kg)	0,86	<0.01
P (g/kg PCV)	Log P= 2,1066+0,3567*log PCV (kg)	0,84	<0.01
K (g/kg PCV)	Log K= 0,4397+0,9638*log PCV (kg)	0,90	<0.01
Mg (g/kg PCV)	Log Mg= 0,6065+0,5634*log PCV (kg)	0,87	<0.01
Na (g/kg PCV)	Log Na= 0,4783+0,8651*log PCV (kg)	0,92	<0.01
Fe (mg/kg PCV)	Log Fe= 2,4953+0,8374*log PCV (kg)	0,91	<0.01
Zn (mg/kg PCV)	Log Zn= 1,7433+1,2257*log PCV (kg)	0,87	<0.01
Cu (mg/kg PCV)	Log Cu= 1,1351+1,2159*log PCV (kg)	0,83	<0.01

R<sup>2</sup> = Coeficiente de Determinação

Os valores dos coeficientes de determinação encontrados para as equações acima foram representativos (P<0,01), e evidenciam o ajuste das equações, com baixa dispersão dos dados em torno da linha de regressão. A partir das derivadas das equações acima citadas, obtiveram-se as equações de predição para ganho apresentadas na Tabela 4, para macro e microminerais de ambos os genótipos.

Ao derivar as equações de predição da composição corporal, obtiveram-se, então, as equações que permitiram estimar as exigências líquidas desses minerais para o ganho em peso corporal vazio, dividindo-se pelo fator PV/PCV obtendo-se as exigências líquidas para o ganho em peso vivo.

**Tabela 4** – Equação para predição da exigência líquida de ganho para cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, ferro, zinco e cobre, em função do peso de corpo vazio (PCV) de ovinos Santa Inês e Morada Nova

Variável	Santa Inês	Morada Nova
Cálcio (g/kg PCV)	$Ca = 45,2223 * PCV^{-0,4439}$	$Ca = 54,7142 * PCV^{-0,5217}$
Fósforo (g/kg PCV)	$P = 33,5267 * PCV^{-0,5216}$	$P = 45,5935 * PCV^{-0,6433}$
Potássio (g/kg PCV)	$K = 5,2727 * PCV^{-0,2497}$	$K = 2,6526 * PCV^{-0,0362}$
Magnésio (g/kg PCV)	$Mg = 7,2566 * PCV^{-0,8041}$	$Mg = 2,2767 * PCV^{-0,4366}$
Sódio (g/kg PCV)	$Na = 3,5813 * PCV^{-0,2226}$	$Na = 2,6023 * PCV^{-0,1349}$
Ferro (mg/kg PCV)	$Fe = 440,7277 * PCV^{-0,2844}$	$Fe = 261,9587 * PCV^{-0,1626}$
Zinco (mg/kg PCV)	$Zn = 81,2085 * PCV^{-0,5408}$	$Zn = 67,8709 * PCV^{0,2257}$
Cobre (mg/kg PCV)	$Cu = 48,0308 * PCV^{-0,0727}$	$Cu = 16,5957 * PCV^{0,2159}$

Com as equações de regressão do PCV em função do peso vivo (PV) e do conteúdo corporal de macro e microelementos em função do peso de corpo vazio (PCV), foi realizado o teste de paralelismo (Tabela 5) para se verificar a igualdade das equações para os ovinos da raça Santa Inês e Morada nova dos 22 aos 31 kg de PV (Figuras 1 e 2).

**Tabela 5** – Teste de comparação entre interceptos, coeficientes de regressão e igualdade entre as equações de predição do PCV, macro e microminerais das raças Santa Inês e Morada Nova

Variável	$\beta 0$			$\beta 1$		
	Santa Inês	Morada Nova	P	Santa Inês	Morada Nova	P
PCV	-1,5959	-2,0584	0.0037	0,8921	0,9249	0.0048
Ca	1,9102	2,0584	0.0044	0,5561	0,4783	0.0033
P	1,8456	2,1066	0.0030	0,4784	0,3567	0.0017
K	0,8468	0,4397	<.0001	0,7503	0,9638	0.0028
Mg	1,5687	0,6065	0.0047	0,1959	0,5634	0.0029
Na	0,6634	0,4783	0.0034	0,7774	0,8651	0.0039
Fe	2,7895	2,4953	<.0001	0,7156	0,8374	<.0001
Cu	1,7143	1,1351	<.0001	0,9273	1,2159	<.0001
Zn	2,2476	1,7433	<.0001	0,4592	1,2257	<.0001

P= probabilidade do teste F.

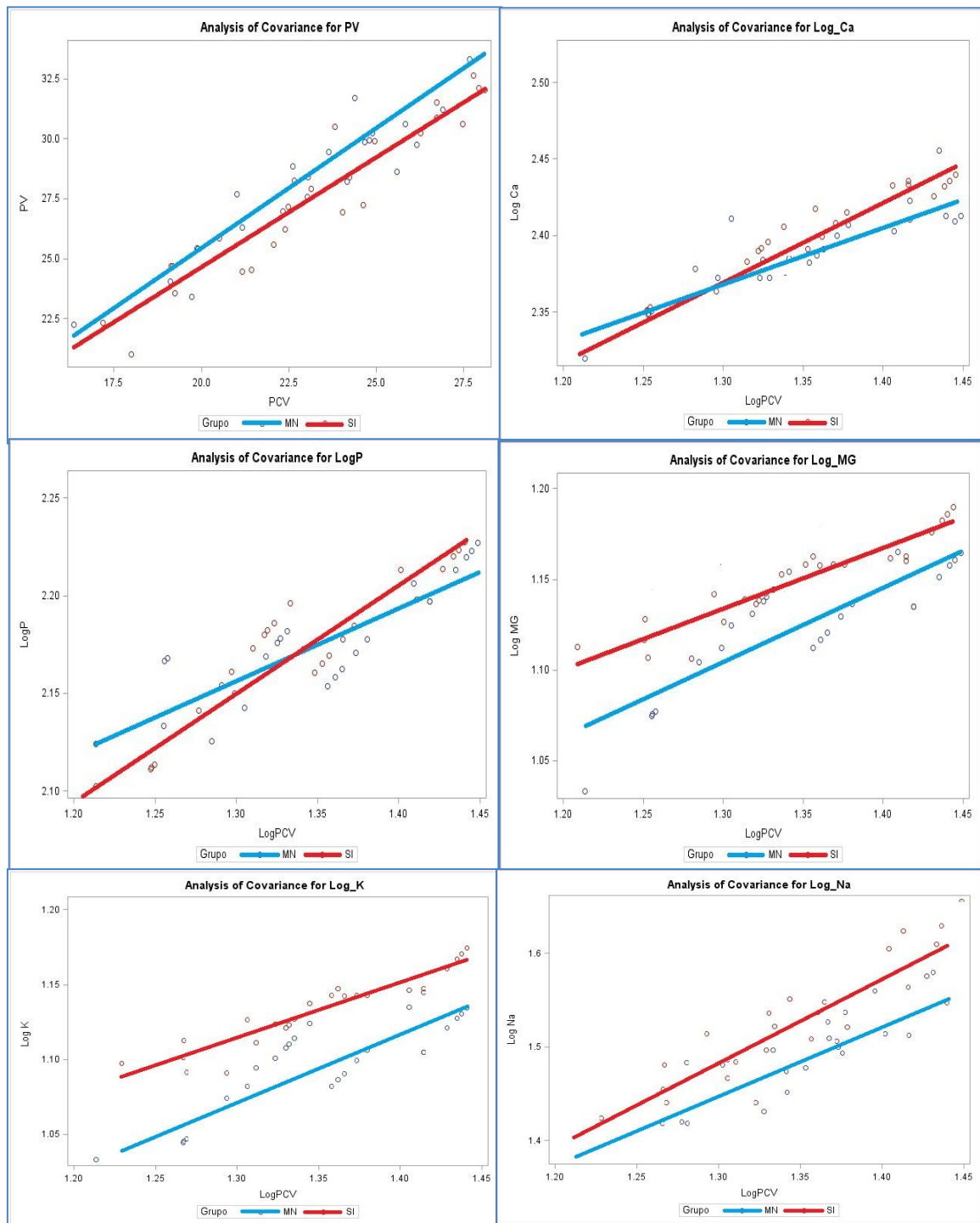
A análise de comparação entre as equações de predição da composição corporal (Tabela 5) do PCV, Ca, P, K, Mg e Na (Figura 1) e Cu, Zn e Fe (Figura 2) para animais de 25 a 31 kg de PV da raça Santa Inês e para animais da raça Morada Nova com mesma faixa de peso, demonstrou haver diferenças significativas para o intercepto ( $P < 0,01$ ), assim, as equações perfazem retas com pontos de partida diferentes, coeficiente de regressão ( $P < 0,01$ ), tal fato explica que as equações não são paralelas e possuem inclinações diferentes, refletindo linearmente nas exigências nutricionais. Por fim, a igualdade de equações (Identidade de Modelos) demonstrando que as equações não são coincidentes ( $P < 0,01$ ), que apresentam modelos singulares para cada mineral, quando comparadas as exigências de minerais para cada genótipo e reforça a tese de que o genótipo tem influência crucial nas necessidades nutricionais de minerais. Portanto, quando há uma elevação nos valores de PCV, as exigências encontradas para os animais Santa Inês são superiores aos valores encontrados para os animais Morada Nova.

No Brasil, alguns autores também utilizaram o teste de igualdade de equações lineares para testar equações de predição de minerais no corpo vazio, encontrando resultados diversos, tais como:

Geraseev *et al.* (2001), trabalhando com ovinos Santa Inês de 15 a 25 kg e de 25 a 35 kg para determinação das exigências líquidas para ganho em peso de Mg, K e Na, realizaram uma análise de igualdade de equações lineares entre as equações de predição estimadas com os animais referência e *ad libitum*, comparando com as equações estimadas com todos os animais. Os resultados demonstraram não haver diferenças significativas entre as duas equações, portanto para a predição da composição corporal desses minerais, foram utilizadas as equações obtidas com todos os animais, em ambos os experimentos.

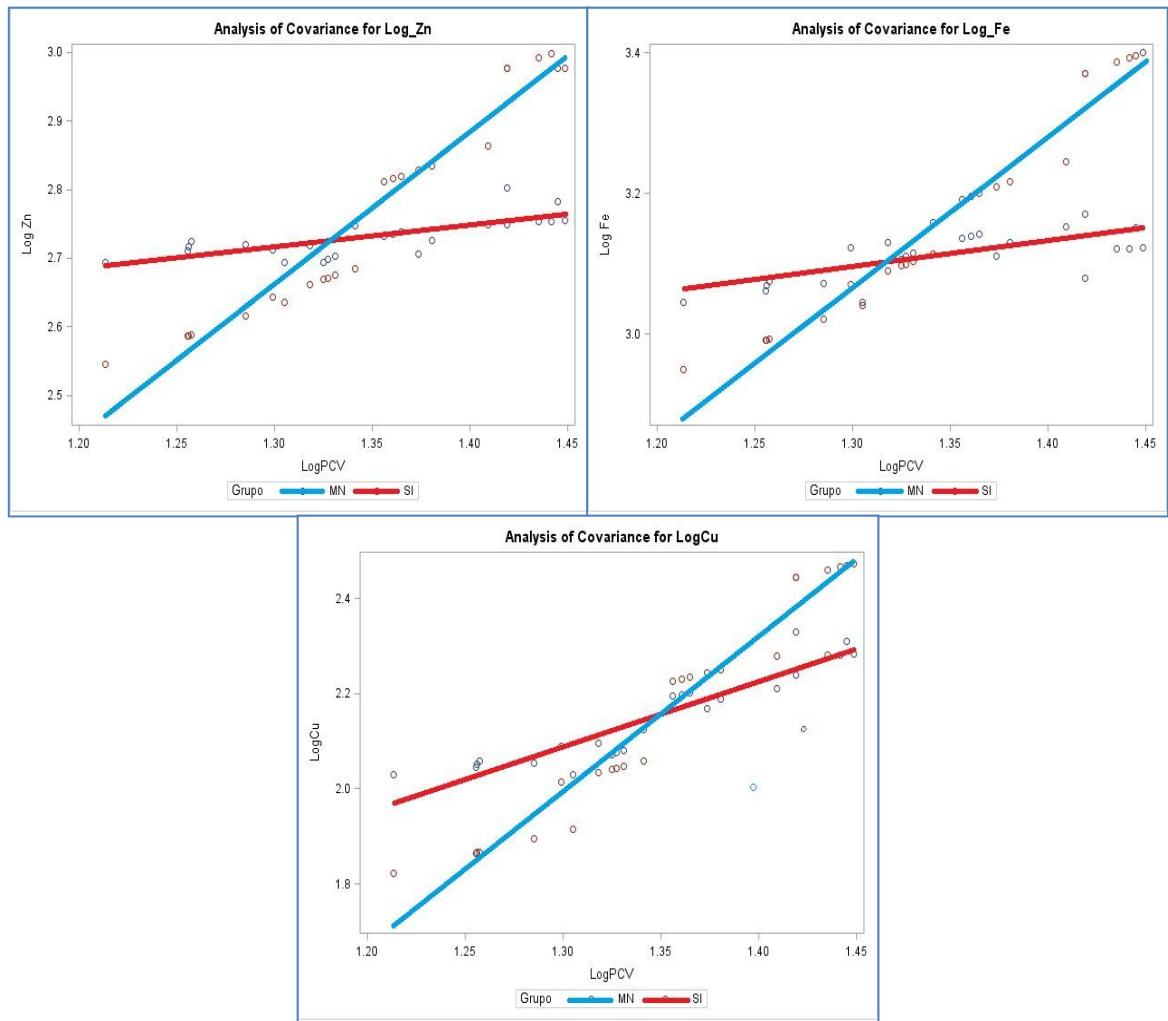
Teixeira *et al.* (2013), realizando estudos com animais da raça Santa Inês e Ideal x Ile de France com faixa de peso entre 20 e 35 kg para determinar das exigências líquidas de ganho em peso para Ca, P, Mg, K e Na, realizaram o teste de igualdade de equações lineares entre os genótipos, encontrando diferença significativa para todos os minerais, exceto para o K, enfatizando o efeito do genótipo nas exigências nutricionais.

Já Pérez *et al.* (2001), em pesquisas com animais Santa Inês de 15 a 25 kg e 25 a 35 kg para determinação das exigências líquidas de PCV, Ca e P, compararam as equações lineares de predição da composição corporal, demonstrando não haver diferenças significativas para o mineral Ca para o intercepto, coeficiente de regressão e igualdade de modelos, concluindo que as equações são iguais para este mineral.



**Figura 1** – Teste de Paralelismo para equações de regressão para predição do peso de corpo vazio (PCV) e conteúdo corporal de Ca, P, Mg, K e Na para animais da raça Santa Inês e Morada Nova





**Figura 2** – Teste de Paralelismo para equações de regressão para conteúdo corporal de Cu, Zn e Fe para animais da raça Santa Inês e Morada Nova

Quando se comparou os interceptos, os animais da raça Morada Nova apresentam interceptos mais elevados ( $P < 0,01$ ) para as equações de PCV, Ca e P. Já para os minerais Mg, K, Na, Fe, Zn e Cu, os interceptos apresentam-se mais elevados ( $P < 0,01$ ) nos animais da raça Santa Inês.

Quando se comparou os coeficientes de regressão, os animais da raça Santa Inês apresentam valores mais elevados ( $P < 0,01$ ) para as equações de Ca e P. Já para as equações de PCV, Mg, K, Na, Fe, Zn e Cu, os coeficientes de regressão apresentam-se

mais elevados ( $P<0,01$ ) para os animais da raça Morada Nova, evidenciando que as equações não são paralelas.

O teste de igualdade de equações evidenciou que as equações para PCV, macro e micro elementos são diferentes estatisticamente e não são coincidentes ( $P<0,01$ ), refletindo as diferenças encontradas nas exigências líquidas para ganho em peso de macro e minerais entre os animais da raça Santa Inês e Morada Nova, havendo um acréscimo nos valores apresentados para este primeiro genótipo.

#### *Exigências líquidas de macro e microminerais*

As exigências líquidas para o ganho de peso vivo foram obtidas dividindo-se as exigências líquidas para o ganho de peso corporal vazio pelo fator 1,22 para Morada Nova e 1,20 para Santa Inês, calculados a partir das equações de conversão de PCV para PV, onde ambos os resultados assemelham-se ao valor sugerido pelo ARC (1980) é de 1,10.

**Tabela 6** - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para cordeiros Santa Inês e Morada Nova dos 22 aos 31 kg de peso vivo (g/dia)

PV (kg)	GMPD (g)	Santa Inês					Morada Nova				
		Ca	P	K	Mg	Na	Ca	P	K	Mg	Na
(g/dia)											
22	100	1,03	0,61	0,22	0,07	0,17	0,98	0,57	0,19	0,05	0,14
	150	1,55	0,92	0,32	0,09	0,22	1,47	0,86	0,29	0,08	0,20
	200	2,07	1,22	0,42	0,13	0,31	1,96	1,15	0,39	0,10	0,28
25	100	0,97	0,56	0,21	0,06	0,15	0,92	0,53	0,19	0,05	0,13
	150	1,46	0,85	0,31	0,09	0,22	1,39	0,80	0,29	0,07	0,19
	200	1,94	1,14	0,41	0,11	0,30	1,85	1,07	0,38	0,09	0,27
28	100	0,92	0,53	0,19	0,05	0,15	0,88	0,49	0,18	0,04	0,13
	150	1,38	0,80	0,29	0,08	0,23	1,32	0,75	0,28	0,06	0,19
	200	1,84	1,07	0,39	0,10	0,30	1,75	1,00	0,37	0,09	0,27
31	100	0,87	0,51	0,19	0,05	0,14	0,84	0,46	0,17	0,04	0,12
	150	1,31	0,76	0,29	0,07	0,22	1,25	0,70	0,25	0,05	0,18
	200	1,75	1,01	0,38	0,10	0,28	1,67	0,94	0,35	0,08	0,24

GMPD= Ganho médio de peso diário

As exigências líquidas de ganho em (g/dia), dos animais Santa Inês, com pesos de 22 a 31 kg, para ganho médio de peso diário de 100 a 200 g, tiveram um acréscimo em relação aos animais Morada Nova de 4,67% para cálcio, 6,79% para fósforo, 1,69%

para potássio e 1,25% para magnésio e de 25,92% para sódio, evidenciando as diferenças encontradas entre as equações de predição para Ca, P, K, Mg e Na (Figura 1). Os valores encontrados para exigências dos animais Santa Inês são superiores aos valores encontrados para os ovinos Morada Nova, pois quando se eleva o PCV as exigências tendem a aumentar em maior proporção nos animais do primeiro genótipo. Este fato pode ser explicado, pela maior porcentagem de ossos na carcaça dos ovinos Santa Inês, em torno de 24% para ovinos com 32 kg de PV (CUNHA *et al.* 2008), contra 17% dos ovinos Morada Nova com 25 kg de PV (GONZAGA NETO *et al.* 2006), já que, 95% destes minerais estão depositados no esqueleto, bem, como pela maior porcentagem de gordura depositada no corpo dos animais da raça Morada Nova.

A gordura é um constituinte corporal que está diretamente relacionado com a idade e com o peso do animal, de modo que à medida que aumenta o peso de corpo vazio e a maturidade fisiológica se aproxima, diminui a deposição de tecido muscular e aumenta a de gordura (SANZ SAMPELAYO *et al.*, 2003). No presente estudo, a idade foi um fator discriminante para a composição corporal entre os animais, pois os mesmos estavam com idades diferentes quando foram abatidos (170 e 190 dias) para os animais Santa Inês e Morada Nova, respectivamente, de maneira que estes últimos atingiram o peso ao abate mais tardiamente.

Os resultados encontrados neste trabalho, para os ovinos Santa Inês e Morada Nova, são inferiores em 7,33% e 11,66% para cálcio, e 13,58% e 7,28% superiores para fósforo, quando comparados aos valores reportados pelo AFRC (1991) e ARC (1980), estes que recomendam teores de 1,5 g/dia de Ca e 0,7 g/dia de P, para cada 100g de ganho de PV, respectivamente. Tal fato pode ser explicado pelo maior peso dos animais utilizados nas tabelas destes comitês, bem como, o genótipo, já que, este critério é levado em consideração por este comitê, refletindo as diferenças encontradas no que diz respeito às exigências nutricionais entre as raças.

Fisiologicamente, a disponibilidade e utilização de cálcio e fósforo são considerados em conjunto, porque estes minerais estão intimamente relacionados metabolicamente. Uma deficiência e ou excesso de um destes minerais normalmente interfere com a eficiência de utilização da outra. A relação cálcio-fósforo encontrada neste trabalho foi de 2:1 para os ovinos Santa Inês e de 1,75:1 para os ovinos Morada

Nova. Estes resultados foram semelhantes aos valores de 1,80:1 e 2,1:1 preconizados pelo ARC (1980) e AFRC (1991), respectivamente.

As exigências líquidas de cálcio e fósforo encontradas neste trabalho para ovinos Morada Nova, são inferiores, quando comparado, aos valores encontrados por Gonzaga Neto *et al.* (2005) trabalhando com o mesmo genótipo, com animais de 15 a 25 kg de PV, para ganhos diários de 100 a 200 g, já que, os animais estudados por estes autores ainda não haviam alcançado a maturidade óssea e a deposição mineral nos ossos era mais acentuada devido ao menor tempo de vida destes animais, já que, o tecido ósseo tem crescimento precoce na fase pós natal com elevada deposição destes minerais, inclusive do Mg.

Os valores preconizados pelo ARC (1980), para animais entre 20 e 30 kg de PV, para ganho de 100 a 200 g/dia, variam de 0,40 a 0,42 g de Mg, sendo estes, 80,48% e 82,92% superiores, 0,32 a 0,38 de K, sendo 15,71% e 17,14 superiores, e 0,22 a 0,26 g de Na, sendo 11,11% e 7,0% inferiores aos resultados encontrados neste estudo, para animais Santa Inês e Morada Nova, respectivamente. O incremento observado em relação ao mineral sódio neste estudo pode estar ligado às perdas exógenas observadas nos animais criados em climas tropicais pela transpiração em busca da homeostasia.

O Mg é um elemento abundante no corpo do animal, estando cerca de 70% localizado nos ossos, 29% dentro das células e 1% no fluido extracelular.

O K é o terceiro mineral mais abundante no corpo animal, estando  $\frac{2}{3}$  localizado na pele e músculos (McDowell, 1992), sendo estes últimos responsáveis pela maior fração (Underwood & Suttle, 1999). Talvez, isso sugerisse que animais com maior proporção de tecido muscular apresentem maior quantidade de K depositado no corpo, embora não aconteça com os animais Morada Nova deste estudo.

As diferenças nas exigências líquidas para ganho em peso de sódio deste estudo, quando comparadas aos valores preconizados pelos principais comitês de avaliações nutricionais é reflexo das diferenças existentes entre a composição corporal dos animais, sendo também influenciadas pelas condições climáticas, visto que, esse mineral é perdido pela transpiração, e mudanças no metabolismo homeostático afetam a concentração corporal desse mineral.

A transpiração representa a maior via de perda de Na e K, para a maioria das espécies. Desta forma, sob condições tropicais ou semiáridas, as quais permitem

grandes perdas de água e sais através do suor, as exigências em Na e K podem ser aumentadas. No entanto, o grau de variação dessas exigências depende da capacidade de sudorese das várias espécies e do nível de atividade de cada animal (McDowell, 1992). Com a transpiração, a água se evapora, mas ocorre acúmulo destes minerais sob a pele (Morris, 1980). Como a pele é moída com os demais componentes do corpo, as concentrações de Na e K podem ser aumentadas.

O Na está presente principalmente nos tecidos moles e fluidos corporais, inclusive, esses minerais são estudados juntos por apresentar papel vital na manutenção da pressão osmótica e balanço ácido-básico (McDowell, 1992; Underwood & Suttle, 1999).

O INRA (1981) preconiza a exigência líquida de magnésio de 0,3 a 0,5 g/dia para cordeiros em crescimento com 20 kg de PV, apresentando ganhos diários de 100 a 200g, apresentando um acréscimo em relação aos resultados encontrados neste trabalho, para Santa Inês e Morada Nova, respectivamente, evidenciando o efeito que o genótipo tem sobre as exigências nutricionais dos animais.

Teixeira *et al.* (2013) encontraram valores para exigências líquidas de ganho em peso de ovinos Santa Inês de 20 a 35 kg de PV para ganhos de 100 a 300 g/dia que variaram de 2,48 a 0,73 g de Ca, 1,37 a 0,43 de P, 0,091 a 0,029 de Mg, 0,300 a 0,093 g de K e 0,230 a 0,071 g de Na, apresentando um acréscimo em relação aos valores encontrados neste estudo. Bellof *et al.* (2006), em pesquisa realizada com ovinos, constataram que as concentrações dos macrominerais no tecido ósseo foram sujeitas a influência do peso vivo, de modo que o aumento no peso vivo refletiu aumento na concentração dos macrominerais, o que não foi observado no presente estudo.

Os resultados para Ca e P encontrados por Geraseev *et al.*, (2000), que trabalharam com ovinos da raça Santa Inês de 15 a 25 kg de PV para ganhos diários de 100 a 300 g, também são superiores aos resultados encontrados para o mesmo genótipo deste estudo, tal fato explica-se pela menor porcentagem de gordura na carcaça, bem como, pelo fato de que os animais estudados por este autor ainda não haviam atingido a maturidade óssea, estando em pleno crescimento, com isso, a deposição de minerais no corpo torna-se mais evidente proporcionalmente.

Nota-se, que existe diferença entre os valores verificados neste trabalho e os valores citados pela literatura. As estimativas das exigências líquidas de Ca e P de

diversos trabalhos conduzidos com bovinos no Brasil também apresentaram diferenças de até 100% dos valores propostos pelo AFRC (1991).

Os resultados encontrados por Baião *et al.* (2004), trabalhando com ovinos da raça Santa Inês para ganhos diários de 100 a 300 g, para magnésio, variaram de 0,03 a 0,12 g, apresentando um acréscimo, em relação aos ovinos Santa Inês e aos resultados encontrados para os ovinos Morada Nova deste estudo, visto que 70% deste mineral é depositado nos ossos e diante disso, torna-se variável quando é considerado a relação osso: músculo na carcaça. Em relação aos requerimentos de potássio, os resultados encontrados são semelhantes, variando de 0,41 a 0,10 g, como também em relação ao sódio, estes que apresentaram valores que variaram de 0,30 a 0,07 g.

As exigências líquidas de K para ganho tiveram valores menores, para ambos os genótipos trabalhados nesta pesquisa em relação às obtidas por Gerashev *et al.*, (2001), trabalhando com ovinos Santa Inês de 15 a 25 kg de PV para ganhos de 100 a 300 g ao dia e Gonzaga Neto *et al.* (2005), trabalhando com ovinos Morada Nova de 15 a 25 kg de PV para ganhos diários de 100 a 200 g. Estes últimos, que encontraram resultados variando de 0,54 a 0,28 g de K de exigência líquida de ganho em peso vivo. Este mineral está diretamente envolvido no crescimento e é responsável pela incorporação de aminoácidos em proteínas, sendo necessário para a secreção normal de insulina (Suttle, 2010). Segundo Underwood e Suttle (1999), a maioria do K em cordeiros em crescimento é encontrada no músculo, podendo ocasionar diferenças nos requerimentos de acordo com a porcentagem de músculo na carcaça, sugerindo que animais com maior porcentagem de músculos na carcaça apresentem maior quantidade de K depositado no corpo.

É preciso ressaltar que a composição corporal e, consequentemente, as exigências de Mg, Na e K irão variar, principalmente em função da proporção de ossos, músculos e gordura corporal, e qualquer fator que afete essas proporções irá afetar as exigências desses minerais. À medida que se aumenta a idade e peso, consequentemente haverá um aumento na deposição de gordura e estabilização ou baixo incremento de proteína, diminuindo assim, proporcionalmente, as quantidades de minerais no corpo.

**Tabela 7** - Exigências líquidas de ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) para cordeiros Santa Inês e Morada Nova dos 22 aos 31 kg de peso vivo (mg/dia)

PV (kg)	GMPD (g)	Santa Inês			Morada Nova		
		Fe	Cu	Zn	Fe	Cu	Zn
(mg/dia)							
22	100	16,00	3,22	14,00	13,10	2,46	10,32
	150	24,00	4,84	21,01	19,66	3,68	15,49
	200	32,00	6,45	28,01	26,21	5,59	22,65
25	100	15,31	3,16	13,00	13,04	2,58	10,88
	150	22,97	4,75	19,51	19,56	3,87	17,32
	200	30,63	6,33	26,01	26,09	5,39	21,76
28	100	14,74	3,11	12,18	12,96	2,69	11,36
	150	22,11	4,67	18,28	19,45	4,04	16,05
	200	29,48	6,23	24,37	25,93	5,19	20,73
31	100	14,25	3,07	11,90	12,87	2,79	11,00
	150	22,11	4,61	17,25	19,32	4,19	15,70
	200	28,50	6,14	22,99	25,75	5,08	19,59

GMPD= Ganho médio de peso diário

Os microminerais ou elementos traços, como também são definidos, são distribuídos em todo corpo animal em pequenas quantidades, correspondendo a menos de 0,3% do total dos minerais depositados no corpo (McDowell, 1992), no entanto, são de grande importância para manter o metabolismo celular normal nos animais (Lee et al., 2002).

As exigências líquidas de ganho dos animais da raça Santa Inês apresentam um acréscimo de 12,71% para ferro, 14% para cobre e de 8,32% para zinco, quando comparados com os animais da raça Morada Nova deste mesmo estudo. As diferenças encontradas nos valores de exigências para Fe, Cu e Zn (Figura 2) quando comparados os dois genótipos em estudo, podem ser evidenciadas pelas diferenças encontradas quando comparadas as equações de regressão de predição destes minerais. Além disso, o cálculo das exigências leva em consideração tanto as derivadas das equações de predição, bem como as equações de predição do PCV, que foram diferentes significativamente ( $P < 0,01$ ), entre raças (Figura 1).

As diferenças encontradas nos requerimentos entre os animais Santa Inês e Morada Nova também podem ser evidenciadas pelo fato de que, os microminerais estão amplamente distribuídos no corpo do animal, no entanto, estão depositados em órgãos e/ou fluidos corporais específicos em pequenas quantidades havendo variações de

acordo com o genótipo. Estudos indicam que a maioria dos elementos traços está depositada em órgãos a exemplo do fígado, pâncreas, baço, rins e coração. O sangue também representa elevada fonte de micromineral, a exemplo do Fe, estando cerca de 60% deste mineral na forma de hemoglobina (McDowell, 1992; Underwood & Suttle, 1999).

O NRC (1975) relata valores de 30 a 50 mg para ferro, de 8 a 25 para cobre e de 35 a 40 para zinco, para ganhos diários de 100 a 250 g, apresentando um aumento de 44,37% e 51,45% para ferro, 72,47% e 76,32% para cobre, 51,31% e 55,36% para zinco, em relação aos ovinos Santa Inês e Morada Nova deste estudo, respectivamente.

Além dos órgãos, os músculos, a pele, a lã e os ossos também representam depósitos de microminerais. Maiores concentrações de microminerais no corpo de ovinos foram encontradas nos ossos (40% Fe; 29% Zn; 11% Cu), nos músculos (42% Zn; 17% Cu; 15% Fe), nos órgãos, principalmente fígado (mais de 55% do Cu) e na lã (13% Zn; 16% Cu) (BELLOF *et al.*, 2007).

O ARC (1980) alerta que a suplementação destes microelementos deve ser avaliada cuidadosamente, levando em conta o manejo alimentar dos animais. Para muitos aspectos, as exigências em microminerais de ovinos em diferentes situações fisiológicas, não são completamente claras, para muitos elementos (NRC, 1985), visto que há uma variabilidade na absorção e excreção dos minerais, de acordo com a disponibilidade nos alimentos e balanço com os macrominerais. Portanto, vários comitês científicos e autores estabeleceram as recomendações para as necessidades dos animais em microminerais, incluindo uma margem de segurança nos seus valores para garantir que as necessidades dos animais fossem atendidas adequadamente e que sinais de deficiência fossem evitados (ARC, 1980; AFRC, 1998; MESCHY, 2000).

As exigências líquidas de ganho reportadas pelo NRC (1985) variam de 30 a 50 mg de Fe, de 7 a 11 mg de Cu, de 20 a 33 mg de Zn, para ganhos diários de 100 a 200g de PV, apresentando um acréscimo de 44,37% e 51,45%, 48,0% e 55,27%, 31,48% e 37,18% de ferro, cobre e zinco, quando comparados aos ovinos da raça Santa Inês e Morada Nova, respectivamente. Essas variações nas exigências destes microelementos vão variar conforme o genótipo, sistema de produção, sexo, faixa de peso, fatores ambientais, ganho de peso diário e manejo nutricional.



Comportamento semelhante ao verificado nesta pesquisa foi observado por Bellof & Pallauf (2007). Estes autores detectaram que as concentrações de Fe e Cu no corpo vazio de ovinos diminuíram de 32,9 para 28,0 e 2,1 para 1,6 mg/kg PCV, respectivamente, quando o PCV variou de 15 para 50 kg e, como as exigências são derivadas da composição corporal, há uma diminuição ou estabilização das exigências à medida que se aumenta o peso vivo dos animais.

O NRC (2007) apresenta valores de 35 mg para Fe, 25 mg para zinco e de 6 a 24 mg para cobre, para ganhos diários de 100 a 200 g, havendo um acréscimo de 36,42% e 44,51 para o ferro, de 26,0% e 32,16% para zinco, de 68,8% e 73,16% para cobre, quando comparados aos valores encontrados para ovinos Santa Inês e Morada Nova deste estudo. Os valores preconizados por este comitê não condiz com a realidade dos animais criados em condições tropicais, podendo haver uma maior reciclagem destes nutrientes pelos animais criados em condições brasileiras. Além disso, os solos do Brasil apresentam elevados teores Fe, proporcionando conteúdos que variam de 70 a 500 mg kg<sup>-1</sup> nas suas forragens (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

Mendes *et al.* (2010), trabalhando com ovinos Santa Inês em pastejo, encontraram exigências líquidas de cobre, zinco e ferro para cordeiros em regime de pastejo com ganho de peso médio diário de 100 a 300 g, em animais de 20 a 30 kg de peso vivo, variando de 1,69 a 7,86; 7,20 a 27,4 e de 8,45 a 26,66 mg/dia, respectivamente, obtendo valores mais elevados para estes microminerais em relação aos resultados encontrados neste trabalho para os ovinos Santa Inês, embora, assemelhando-se quando comparado aos ovinos Morada Nova, em se tratando dos valores de exigências para ferro.

As exigências de minerais variam, principalmente, em função da proporção de ossos na carcaça e concentração de gordura, que, por sua vez, são influenciadas por idade do animal, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas. Portanto, os valores de exigências para ovinos preconizados pelo ARC (1980), NRC (1985) e AFRC (1991) devem ser utilizados com certa cautela, uma vez que estes resultados foram obtidos a partir de raças, condições climáticas e os diversos sistemas de alimentação diferentes dos utilizados no Brasil.

Os animais da raça Santa Inês foram melhorados ao decorrer do tempo no intuito de se converter em uma raça especializada de corte. Para tanto, aumentaram o tamanho

dos animais por intermédio de cruzamentos, e conseguiram aumentar também o peso adulto de machos e fêmeas, que se tornaram ainda mais exigentes em alimentação quando comparado a outros genótipos nativos, evidenciando as maiores exigências nutricionais em minerais encontradas pelos animais Santa Inês quando comparadas aos valores encontrados para os ovinos Morada Nova deste estudo.

## **5. Conclusões**

As exigências líquidas de ganho em peso de macro e microelementos dos ovinos Santa Inês são mais elevadas do que as exigências apresentadas para os ovinos Morada Nova deste estudo.

## 6. Referências Bibliográficas

- ABDULLAH, A.Y.; RAMI, T.K.; MOMANI SHAKER, M. et al. Investigation of growth and carcass characteristics of pure and crossbred Awassi lambs. **Small Ruminant Research**, Prague, v.94, p.167–175, 2010.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 10. **The nutrition of goats**. Ag. Food Res. Council. Nutr. Abstr. Rev. (Series B) 67, 806–815, 1998.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. Report no 6. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Cambridge, v.61, n.9, p.573-612, 1991.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on responses to nutrients. CAB International, Wallingford, UK. 151p, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London, Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- AL-SAIGH, M.N.R.; A.F.H. AL-JASSIM. Some aspect of postnatal growth of Arabia sheep. 1. Carcass muscle, bone, fat and wholesale joints. In. **J. Anim. Sci.**, v.68, p.965-968. 1998.
- ARAÚJO FILHO, J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.
- ARCO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS. Disponível em: <[http://www.arcoovinos.com.br/racas\\_links/morada\\_nova%20.html](http://www.arcoovinos.com.br/racas_links/morada_nova%20.html)>. Acesso em: 05 de novembro de 2012.
- AOAC - Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, 1990.
- BAIÃO, E.A.M.; PEREZ, J.R.O.; BAIÃO, A.A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforos para Ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003.
- BAIÃO, E.A.M.; PEREZ, J.R.O.; BAIÃO, A.A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros santa Inês e seus cruzamentos com bergamácia, ile de france e texel dos 15 aos 45 kg de peso vivo<sup>1</sup>. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 1, p.156-166, 2004.

BELLOF, G., MOST, E., PALLAUF, J. Concentration of Ca, P, Mg, Na and K in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Landsheep in the course of the growing period. **Journal of Animal Physiology and animal Nutrition**. v.90. Issue 9-10. p.385-393, 2006.

BELLOF, G.; MOST, E.; PALLAUF, J. Concentration of copper, iron, manganese and zinc in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Landsheep in the course of the growing period and different feeding intensities. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.91, p.100–108, 2007.

BELLOF, G.; PALLAUF, J. Deposição of copper, iron, manganese and zinc in empty body growing of lambs of the breed German Merino Landsheep. **Animal**, Issue 1:6, p.827-834, 2007.

BOGGS, D.L.; MERKEL, R. A.; DOUMIT, M.E. **Livestock and carcasses. Na integrated approach to evaluation, grading and selection**. Kendall/Hunt publishing company. 1998. 259p.

BOIN.C. Exigência de minerais pelas categorias do rebanho bovino e funções desses nutrientes. In: 3 SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1985.

CABRAL, P.K.A. SILVA A.M.A.; SANTOS E.M.J. et al. composição corporal e exigências nutricionais em cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio de cordeiros santa inês em pastejo no semiárido. **Acta Animal Science**. Maringá, v. 30, n.1, p.59-65, 2008.

CARNEIRO H.; LOUVANDINI H.; PAIVA S.R. et al. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Small Ruminant Research**, v.94, p.58-65, 2010.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, Australia. 2007. 270p

CORAND, J.H.; MCDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L. et al. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1985. 90p.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; NETO, S.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008

DONOGHUE ,S. ; KRONFELD, D.S. Clinical Nutrition of Sheep and Goat. In: *The Veterinary Clinics of North América*. Philadelphia: W.B. SAUNDERS COMPANY. V.6, N. 3, 1990.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F. et al. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. In: Avaliação e identificações de ações

prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, realizado em Petrolina; Pernambuco, na Embrapa SemiÁrido, no período de 21 a 26 de maio de 2000.

FACÓ, O.; PAIVA, S.R.; ALVES, L.R.N. et al. Raça Morada Nova: **Origem, Características e Perspectivas**. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC, 2008. 43p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em: 04/09/2011.

FAO. Food and agriculture organization of the United States. FAOSTAT, disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>>, acesso em: 30/05/2012.

FERNANDES, A.A. O.; BUCHANAN, D.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B. et al. Avaliação dos fatores ambientais no desenvolvimento corporal de cordeiros desmamados da raça Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1460-1465, 2001.

FIGUEIREDO, E. A. P. Morada Nova of Brazil. In: MASON, I. Prolific tropical sheep. Rome: FAO, p.53-58 (FAO Animal Production and Health Paper, 17) 1980.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004a.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.6, p.999-1006, 2003 (suplemento 2).

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**. v.51, p.1434-1440, 1980.

GERASEEV, L.C.; PÉREZ, J.R.O.; SANTOS, C.L. et al. Composição corporal e exigência nutricional em magnésio, potássio e sódio de cordeiros Santa Inês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.681-688, 2001.

GERASEEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; RESENDE, K.T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 kg aos 25 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.261-268, 2000.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1- 11, 2005.

GONZAGA NETO, S.; SOBRINHO, A.G.S.; ZAOLA, N.M.B.L. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.

GRACE, N.D.; CLARK, R.G. Trace element requirement, diagnosis and prevention of deficiencies in sheep and cattle. Pp. 321-346 in **Physiological Aspect of Digestion and metabolism in ruminant**. T. Tsuda, Y. Sasaki, and R. Kawashima, eds. San Diego: Academic Press. 1991.

GREENHALGH, J.F.D. Recent studies on the body composition of ruminants. **Proceeding Nutrition Society**, London, v.45, n.1, p. 119-130, 1986.

GREGORY, E.L. Thermoregulatory aspects of adipose tissue. **Clinics in Dermatology**, v.7, p.78-92, 1989.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2011, v.39, Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2011/tabelas\\_pdf/tab01.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/tabelas_pdf/tab01.pdf). < Acesso em 31/01/13>

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. **Alimentacion de lós rumiantes**. Madrid: Mundi-Prensa. 697p, 1981.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. 2a. Ed. Wallingford. CAB International, 347 p, 2002.

LEE, J.; KNOWLES, S.O.; JUDSON, G.J. **Trace-element and Vitamin Nutrition of Grazing Sheep**. In. FREER, M.; DOVE, H. Sheep Nutrition. CAB International, p.285-311, 2002.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793- 806, 1968.

MATTOS, C.W.; CARVALHO, F.F.R.; DUTRA JUNIOR, W. M. et al. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2125-2134, 2006.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**, London: Academic Press, 1992. 524 p.

MENDES, R.S.; SILVA, A.M.A.; SILVA, G.L.S. et al. Exigência líquida de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.3, p.279-284, 2010.

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. **Livestock Production Science**, v.64, p.9-14, 2000.

MORIS, J.G. Assessment of sodium requirements of grazing beef cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.50, n.1, p.145-152, 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**. Ed. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA, 76 p, 1975.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**. 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA, 1985, 99p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 1996, 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 2001, 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of small ruminants**. 1. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007, 362p.

NUTRIENT REQUIREMENTS COUNCIL - NRC. **Mineral tolerance of animals**. 2nd rev. ed. Washington, DC, The National Academy Press, 2005.

PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. Minerais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Fapesp; Funep, p.333-353, 2006.

PÉREZ, J.R.O.; GERASEEV, L.C.; SANTOS, C.L. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento(1). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.815-822, 2001.

REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine and their application to nutritional investigations. **Journal Dairy Science**, Lancaster, v.38, n.12, p.1344 – 1359, 1955.

RESENDE, K.T. **Métodos de estimativas da composição corporal e exigências nutricionais de proteína, energia e macroelementos inorgânicos de caprinos em crescimento**. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

RESENDE, K.T.; FERNANDES, M.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.114-135, 2005.

SAHOO, A.; SOREN, N. M. Nutrition for Wool Production. Webmed Central NUTRITION, 2011.



SANTELO, G.A.; MACEDO, F.A.F.; MEXIA, A.A. et al. Características de carcaça e análise do custo de sistemas de produção de cordeiros ½ Dorset Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1852-1859, 2006 (suplemento 2).

SANTOS, C.L.; PEREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.487-492, 2001a.

SANZ SAMPELAYO, M.R. et al. Growth, body composition and energy utilization in preruminant goat kids. Effect of dry matter concentration in the milk replacer and animal age. **Small Ruminant Research**, v.49, n.1, p.61-67, 2003.

SAS. SAS/STAT 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute INC. 2011, 8621 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa-MG: UFV, 2002. 235p.

SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.503-513, 2002.

SILVA, A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; TRINDADE, I.A.C.M. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, p.168-169, 2003.

SILVA, A.M.A., SILVA SOBRINHO, A.G., TRINDADE, I.A.C.M. et al. Net metabolizable protein requirements for body weight gain hair and wool lambs. **Small Ruminant Research**, p.194-195, 2007.

SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R. et al. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 258p.

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C.D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfometria da carcaça, pesos de cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1299- 1307, 2001b.

SOUZA, C. E. A.; MOURA, A. A.; LIMA, A. C. B. et al. Desenvolvimento testicular, idade à puberdade, e características seminais em carneiros da raça Santa Inês no estado do Ceará. In: XXXVII Reunião Anual da SBZ, Viçosa, Minas Gerais, **Anais...**p. 160, 2000.

SOUZA, W.H. de; LÔBO, R.N.B.; MORAIS, O.R. Ovinos Santa Inês: Estado de Arte e Perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, p.501 - 522. CD-ROM, 2003.

STANFORD, K.; JONES, S. D. M.; PRICE, M. A. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. **Small Ruminant Research**, v.29, n.3, p.241-254, 1998.

SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 4.ed. Wallingford, UK: CABI International, 2010. 579p.

TEIXEIRA, I.A.M.A; RESENDE, K.T; SILVA, A.M.A. et al. Mineral requirements for growth of wool and hair lambs<sup>1</sup>. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.5, p.347-353, 2013.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. New York: CABI Publishing, 1999. 614p.

WISEMAN, T.G.; MAHAN, D.C. Partition of minerals body components from a High- and low-lean genetic line of barrows and gilts from 20 to 125 kilograms of body weight. **Journal of Animal Science**, v.88, p.3337-3350, 2010.